

En studie om hur framtida landskapsarkitektur kan påverkas av Artificiell Intelligens

Martin Sjöfors

En studie om hur framtida landskapsarkitektur kan påverkas av Artificiell Intelligens
A Study of how future Landscape Architecture can be affected by Artificial Intelligence

Författare: Martin Sjöfors

Handledare: Anders Larsson, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

EXAMINATOR: Karl Lövré

BITRÄDANDE EXAMINATOR: Anders Westin

OMFATTNING: 30 hp

NIVÅ OCH FÖRDJUPNING: Avancerad A2E

KURSTITEL: Självständigt arbete i landskapsarkitektur, 30 hp.

KURSKOD: EXO846

ÄMNE: Landskapsarkitektur

PROGRAM: Landskapsarkitektprogrammet

UTGIVNINGSTYP: Alnarp

UTGIVNINGÅR: 2020

ELEKTRONISK PUBLICERING: <http://stud.epsilon.slu.se>

NYCKELORD: Artificiell Intelligens, Landskapsarkitektur, Machine Learning, Deep Learning, Generative Adversarial Network

SAMMANFATTNING

Det här arbetet tar upp hur Artificiell Intelligens med en större sannolikhet kommer att påverka arkitekturerna. Arbetet tar upp Artificiell Intelligens i form av Machine Learning, Neural Networks och GANs tillsammans med områdena regression, klassificering och kreativ AI. Genom litterära studier och kodning har teorier, statistik och praktisk kunskap sammanfogats för att hantera frågan. Slutsatsen lyder att Artificiell Intelligens kommer till största delen att påverka hur städer planeras, men kommer även påverka arkitektens arbete genom att ge möjligheten till att generera både bilder, stadsplanering och arkitektur.

ABSTRACT

This work addresses how Artificial Intelligence, with a greater probability, will affect the architectural professions. The work addresses Artificial Intelligence in the form of Machine Learning, Neural Networks and GANs divided into the areas of regression, classification and creative AI. Through literary studies and coding, theories, statistics, and practical knowledge have been combined to deal with the issue. The conclusion is that Artificial Intelligence will largely influence how cities are planned, but will also affect the architect's work by providing the opportunity to generate images, urban planning, and architecture.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BAKGRUND	7
VIKTIGA BEGREPP SOM UNDERLÄTTAR LÄSNINGEN	9
SYFTE	9
FRÅGESTÄLLNING	9
METOD	9
METODKRITIK	11
LANDSKAPSARKITEKTEN, DATORER OCH SMART CITIES	13
KRITIK MOT SMART CITIES	14
ARKITEKTENS PROGRAM I FRAMTIDEN	15
VARFÖR FRAMGÅNGAR I A.I JUST NU?	16
FÖRÄNDRINGAR INOM YRKEN	16
ÖKAD YRKESSPECIALISERING	17
SYSTEMATISERING AV ARBETSUPPGIFTER	18
ÖKAD INFORMATIONSSPRIDNING INOM DIGITALISERING	19
AUTOMATISERING	20
ARBETSMARKNADEN	20
VILKA YRKEN KOMMER SANNOLIKT ATT AUTOMATISERAS?	21
AUTOMATISERING INOM ARKITEKTYRKET	21
ÖVERTRO PÅ ARTIFICIELL INTELLIGENS?	25
PROBLEMATIK INOM ARTIFICIELL INTELLIGENS	26
KLASSIFIERING	27
PLATS OCH RÖRELSE	27
DEEP LEARNING	28
ÅLDER, KÖN OCH NAMN	29
ANSIKTSUTTRYCK, KÄNSLOR OCH PULS	30
FÖREMÅL OCH STÄDER	31
KRITIK MOT INSAMLING AV PERSONLIG DATA	32

KRITIK MOT ANSIKTSIGENKÄNNING	33
KRITIK MOT KÄNSLOAVLÄSNING	33
DATAVÄRDE JÄMTE PERSONLIG DATA	33
GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK	34
KREATIVITET	34
GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK (GANs)	35
GAN-TRANSFORMATION	36
GANISM	37
KONSTSTILAR	38
LYCKOINDEX	39
KITSCH	40
TREND ELLER MOMENTUM	41
VÄRDE OCH MOMENTUM KOMBINERAT	41
GAUGAN	42
PROBLEMATIK MED GANs	43
GENERATIVE DESIGN	44
GENERATIVE DESIGN INOM ARKITEKTUR	45
SPACEMAKER	47
GENERATIVE DESIGN INOM LANDSKAPSARKITEKTUR	47
PROBLEMATIK MED GENERATIVE DESIGN	48
ATT FÖRUTSPÅ FRAMTIDEN	48
MATEMATISKA MODELLER	48
FEATURE ENGINEERING	50
HYPERPARAMETERS	51
ENSEMBLE LEARNING	51
AUTOMATISERAD MACHINE LEARNING	51
ELEFANTEN OCH DE SEX BLINDA MÄNNEN	52
PROBLEMATIK HOS AI-MODELLER	53

TIDIGARE STILAR INOM ARKITEKTUREN OCH NYA	55
KOMPLEXITET OCH VARIATION INOM POSTMODERNISM	56
OPTIMERING OCH PARAMETRICISM	58
DISKUSSION	60
AUTOMATISERING	60
DISKUSSION OM UNIKHET OCH SENSATION	61
PERSONLIG DATA	62
MODELLER AV VERKLIGHETEN	63
ALTERNATIV TILL ALGORITMISK OPTIMISERING	63
FRAMTIDEN FÖR DATAPROGRAM INOM ARKITEKTUR ENLIGT NUVARANDE TRENDER	64
EN SYMBIOS MELLAN MÄNNISKA OCH AI	67
KÄLLFÖRTECKNING	68

BAKGRUND

Ordet Artificiell Intelligens tillkom under en konferens i Dartmouth organiserad av John McCarthy 1955.

”We propose that a 2-month, 10-man study of artificial intelligence be carried out during the summer of 1956 at Dartmouth College in Hanover, New Hampshire. The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it (McCarthy, Misny, Rochester & Shannon, 1955)”

Enligt Mary Steenson (2017) i boken *Architectural Intelligence* tog Artificiell Intelligens och Cybernetics ett steg in i arkitekturvärlden redan på 1960-talet. Arkitekter som Christopher Alexander, Richard Saul Wurman, Cedric Price och Nicholas Negroponte implementerade sedan flera delar inom arkitekturen. Christopher Alexanders bok *A Pattern Language* 1977 blev känd för att försöka bryta ned stadslandskapet i enkla repetitiva beståndsdelar, vilket skulle kunna göra stadsplanering möjligt att genereras av datorer. Dock hade fyra år tidigare, 1973, forskningsområdet Artificiell Intelligens fått många ekonomiska tillgångar strypta när James Lighthill i en känd rapport kritiserade fältet för att endast klara enkla problem där verkligheten hade efterliknats ett schackbräde, inte alls lika komplexa och kontextuella miljöer som verkligheten verkligen utgjorde. Nya bättre algoritmer för Artificiell Intelligens tillkom med tiden. De största problemen skulle visa sig vara avsaknaden av gigantiska dataset samt tillräckligt kraftfulla datorer. (Russell & Norvig, 2016)

Nästan 40 år senare, 2012, blir ImageNet-tävlingen ett stort genombrott för Artificiell Intelligens. Helt plötsligt tog Artificiell Intelligens steget på allvar till att förstå komplexa och kontextuella miljöer. Genom algoritmen för Deep Learning, ett gigantiskt dataset av bilder, samt kraftfulla datorchip som delar ut beräkningarna över flera chip följde därefter en tid med stora framgångar i att tolka bilder, text och ljud (Gershgorn, 2017), i flera av fallen bättre än människan.

När Artificiell Intelligens klarar att förstå komplexa och kontextuella miljöer precis som människor, blir frågan istället hur framtidens samarbete mellan landskapsarkitekt och AI kommer att se ut. Vilka styrkor och svagheter har respektive? Kan människan lära sig av Artificiell Intelligens för att skapa nya kreativa lösningar? När Allan Turing, även kallad fadern till den första datorn, ställde sig frågan om en dator i framtiden kunde både lära sig att lära och vara kreativ nog för att överraska människor i *Computing Machinery and Intelligence*, var hans svar: ja (Turing, 1950).

Som svar på Turings fråga, kom Arthur Samuel 1956 att skapa området machine learning, en nya form av Artificiell Intelligens, där den kunde lära sig av tidigare erfarenhet genom att mäta sin egen prestation inom olika områden. Han kom att lära en maskin att spela damspel. (Samuel, 1956). Idag är de tre områdena Artificiell Intelligens, Machine Learning och Deep Learning grundläggande för att förstå vad det handlar om.

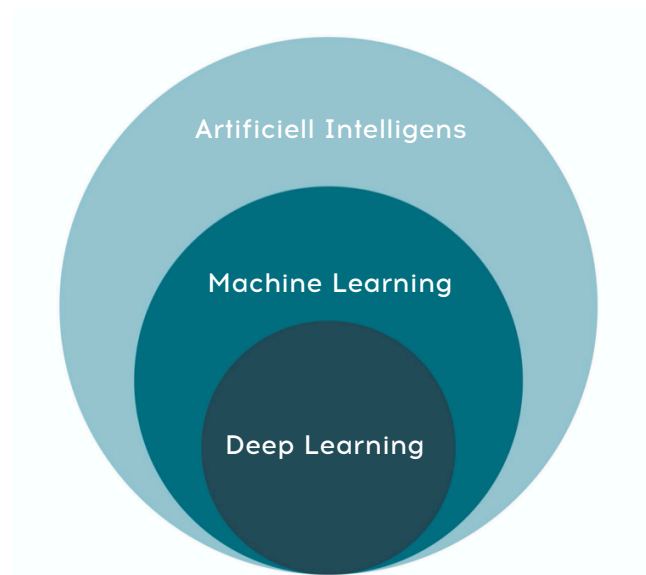


Fig. 1. 3 STYCKEN KATEGORIER

Inom fältet Artificiell Intelligens från 1955, där maskiner utför uppgifter som kräver intelligens, tillkom området året därefter, 1956, Machine Learning. Ett underkategori där maskinerna också lär sig av sina erfarenheter, genom att mäta prestationen inom olika uppgifter. Områden Deep Learning kom därmed att bli en underkategori till Machine Learning, då det var en av flera tekniker som kunde få maskiner att lära sig.

(Sjöfors, 2019)

Precis som flera arkitekter försökte implementera Artificiell Intelligens inom arkitektyrket redan på 1960-talet, utforskar den här uppsatsen hur en ny våg inom Artificiell Intelligens efter 2012, kan utveckla landskapsarkitektur vidare genom att hitta mönster i data bättre än människan. Uppsatsen tar även upp exempel, precis som Allan Turing antog redan 1950, där Artificiell Intelligens överraskar och beter sig kreativt.

VIKTIGA BEGREPP SOM UNDERLÄTTAR LÄSNINGEN

Artificiell Intelligens - AI, dels intelligens som tillskrivs ett datorsystem, dels ett forskningsområde inriktat mot konstruktion av datorsystem som uppvisar intelligent beteende (ne.se, 2020).

Machine Learning - inom datavetenskapen studiet av algoritmer för datorinlärning baserat på stora mängder data i syfte att göra förutsägelser och prognoser (ne.se, 2020).

Neural Networks - nätverk av enkla summerande enheter som kommunicerar via kopplingar (ne.se, 2020).

Deep Learning - Neural Networks med flertalet lager.

Decision Trees - beskriver beslutsgången i ett expertsystem. Därutöver används trädstrukturer mer direkt för att organisera data (ne.se, 2020).

Random Forest - en form av slumpmässiga beslutsträd.

Gradient Boosting - använder en kombination av enkla beslutsmodeller och mer komplexa såsom Decision Trees.

Automatic Machine Learning - Ett sätt att hitta den bästa Machine Learning metoden för att lösa problemet

Image Net - Tävling i bildigenkänning för Artificiell Intelligens.

GANs - Generative adversarial network, två Neural Networks som ger varandra feedback och tillsammans kan generera bilder.

SYFTE

Syftet med den här rapporten är att studera hur arkitekturerna, med fokus främst på landskapsarkitektur, sannolikt kan komma att förändras genom Artificiell Intelligens samt studera vilka konsekvenser Artificiell Intelligens kan leda till, för företag och för landskapsarkitektens yrke. För att beskriva den starka påverkan ny teknik hade på företag och hur företag som inte höll sig uppdaterade riskerade att bli omsprungna, så kom Clayton Christensen att kalla sådan teknik för *disruptive technology* (Bower & Christensen, 1995), vilket Artificiell Intelligens under 2000-talet har kommit att räknas som.

FRÅGESTÄLLNING

Frågeställningen är *Hur kan Artificiell Intelligens påverka arkitektföretag och landskapsarkitektyrket*. Rapportens avgränsning har gjorts till att främst innefatta landskapsarkitektyrket, men även indirekt andra arkitektur- och designyrken. Inom arbetet inkluderas både Deep Learning och vissa delar av Machine Learning. Både regression och klassifikation har inkluderats, men klusteranalys har uteslutits från arbetet för att minska omfånget något i arbetet. Generative Adversarial Networks (2014) och Generativ Design, som bygger på genetiska algoritmer har också involverats i arbetet.

METOD

För att förutspå hur med största sannolikhet Artificiell Intelligens kan påverka arkitekturerna, krävs ett arbetssätt för att förutspå framtiden på bästa möjliga sätt. För att göra detta på bästa möjliga sätt krävdes kompetens från fler områden än landskapsarkitektur. En stor del av detta gjordes genom litteraturstudier och en stor del av litteraturen fanns inte i början utstakad. Arbetsmetoden följde ett konstant utvärderande likt Boyds teorier om självorganiserande system (Boyd, 1976), AGILE-manifestet (Beck et.al¹, 2001) och SCRUM-metoden (Sutherland & Sutherland, 2014). Detta översattes till att omvärdera litteraturen en gång i veckan, vilket motsatte all form av planering men istället skapade ett mycket mer effektivt arbetssätt.

Att förutspå framtiden

Philip Tetlock skrev 2006 boken *Expert Political Forecasting* om hur man går tillväga för att göra så träffsäkra framtidsanalyser som möjligt. När experter säger sig vara säkra på framtiden till 80-90% stämmer oftast siffrorna 60-70% bättre. Enligt Tetlock (2019) gick det därmed att förutspå politiken ett år fram i tiden med en bättre sannolikhet än slumpen (Tetlock, 2019). Andra trender som datatillväxt, ekonomisk tillväxt och demografisk tillväxt går att förutspå längre än så. Tetlock listar de bästa förutsättningarna för att förutspå framtiden. Dessa innefattar att använda en systematisk vetenskaplig metod, ständigt ifrågasätta sig själv, arbeta i grupp, ha specifik områdeskompetens och förstå mer än ett ämne. Istället för att endast ha kunskap inom ett område, var det bättre att inneha kunskap inom flera ämnesområden. De absolut bästa på att

¹ Beck, K; Beedle, M; van Bennekum, A; Cockburn, A; Cunningham, W; Fowler, M; Grenning, J; Highsmith, J; Hunt, A; Jeffries, R; Kern, J; Marick, B; Martin, R.C; Mellor, S; Schwaber, K; Sutherland, J; Thomas, D

förutspå framtiden, använde sig även av en poängsiffra kallad Brier Score (Schoemaker & Tetlock, 2016). Ett av det svåraste med arbetet var just att inskaffa kunskap utanför området landskapsarkitektur.

Silos

1988, myntade Phil S. Ensor (1988) begreppet, ”*The Functional Silo Syndrome*”. I artikeln med samma namn skrev han att det bästa sättet att överbygga kunskapsmängden, som fanns låsta i andra institutioner som han metaforiskt likande med silos inkapslade med kunskap, var att bättra på sin förmåga att lära sig nya kunskaper snabbare och därmed verka som en brygga mellan olika silos. För att ta in kunskap om artificiell intelligens krävdes att ta in dessa nya institutioner, som AIML i Lund för att lära sig mer effektivt och även användes *Miller’s Law*, *Ebbinghouse Retention Curve*, *The Learning Pyramid* och *The Feynman Technique* för att effektivt lära sig snabbare. Dessutom användes den fysiska formen *Brachistochron* (hur man når ett mål snabbast) till att principiellt anta att ämnet krävdes fullt fokus och stort risktagande i början, något som gick att ge avkall på med tiden.

Framtidsanalyser

På grund av den snabba förändringen inom ämnet Artificiell Intelligens krävdes en analytisk helhetsbild. För en omfattande analys hjälpte Mary Meekers Internetrapport, rapporten Stateof.ai, rapporter för McKinsey och World Economic Forums rapport Future of Jobs till att bidra till en lättare orientering inom området.

Möten

Att närvara på Almedalen på Gotland, det årliga forumet IFLA i Oslo, Smart City-mässan i Kista, Volvo Drive Me i Göteborg, föreningen AIMLs möten i Lund, föreningen LINKs föreläsningar i Lund, föreningen LINKs föreläsningar i Lund och bokmässan i Göteborg för att mingla med kunniga personer inom området var av stor vikt för kunskapsinhämtandet inom ett så osäkert område. Även om litteraturstudier gav mest kunskap gav minglet och olika föreläsningar möjlighet till nya synvinklar, praktiska tillämpningar och viss insiderinformation (om hur mobiltelefonägars geoposition spåras av vissa svenska företag och säljs vidare som information till andra). För detta hjälpte, helt ärligt, en hel del wallraffning, förstå sociala koder i nya sällskap, komma förbi dörrväktare o s v. En stor entusiasm till ämnet öppnade oftast flera dörrar.

Hur hittades rätt källor

För arbetet gjordes en litteraturstudie. De forskningsfält som valdes var: Data Science (statistik, artificiell intelligens och kodning), ekonomi, estetik och neurovetenskap. Detta var något som framgick först under arbetets gång samt att redovisa utvärderingar. För att hitta relevanta böcker inom fälten användes hemsidor som t.ex. Goodreads och Five Books där böcker rankades utefter kvalité. I det första urvalet hjälpte det att ta hjälp av ”massans vishet”. Utöver detta användes även Amazon och Adlibris funktion ”Andra har även köpt” för att triangulära till annan litteratur än den tidigare funna. För att sedan hålla sig uppdaterad inom ämnet krävdes också en ihållande läsning av tidningar och magasin som Wired, The Economist, Harvard Business Review, Arkitekten och The Atlantic.

För att studera stora mängder litteratur mer effektivt följdes till början *Zipz’s Law*, dvs att börja med kunskap

som var mest känd och ihågkommen enligt ranking. Med en ökad kunskap inom ämnena kom källor att jämföras källkritiskt jämte varandra och nya, för detta arbete, viktiga specialområden att studeras närmare. Antalet lästa böcker inom de olika fälten uppgick till ungefär 80 stycken och utöver detta en ännu större mängd artiklar. Dessutom kodades en del egna projekt i *Python* och *JupyterNotebook* för att få lärdom samt få en praktisk förståelse för området Artificiell Intelligens.

METODKRITIK

Philip Tetlock (2019) skriver att framtidsanalysen inte alltid är korrekt utan det är 30-40% chans att den blir fel även om man är säker, vilket är bättre än att singla slant. Samtidigt visar John Ioannidis i sin artikel *Why most published research findings are false* (2005) att forskning inom områden som anses var trendiga, detta ämnet Artificiell Intelligens, har större chans att visa överdrivna eller osanna resultat.

En av de största utmaningarna med att finna lösningar på komplexa problem är att hitta all relevant information och alla relevanta argument. Det finns en stor svårighet i att lyckas träffa rätt och läsa den mest relevanta litteraturen eller samtala med de mest relevanta personerna för att lösa problemet under ett visst tidsspänn. Detta har försökt uppnås genom information från ett stort antal böcker, men det klargör inte att det är den bästa eller mest relevanta litteraturen för uppgiften.

Varje tidsepok har sitt fokus och som litteraturen verkar begränsa sig kring. Människan har ett begränsat fokus och därmed är delvis formad av sin tidsepoks kollektiva val av fokusområden. Under perioden mastern har skrivits har fokuset inom massmedia begränsat sig mycket kring ämnen som framgångar för Artificiell Intelligens inom områden som spel, självkörande bilar, digital övervakning, arbetslöshet p g a automatisering och en viss fobi för ny teknologi. Den djupare kunskapen inom området har istället utvunnits från facklitteratur. Rekommenderade böcker enligt olika internetkällor ((Goodreads, Towards Data Science) inom området Artificiell Intelligens har främst varit böckerna *Artificiell Intelligence: A modern approach*, *An Introduction to Statistical Learning*, *The Elements of Statistical Learning* och *Deep Learning*. I masteruppsatsen blev urvalet likt en statistisk inferens med mer än 30-40 lästa böcker och utöver detta andra källor.

Efter att facklitteraturen gett upphov till en mental karta och mentala modeller för att förstå området Artificiell Intelligens gick det lättare att tolka moderna forum inom området. Dessa har varit nyhetskällor som *Towards Data Science*, *Kaggle* och *KDNuggets*. Det var därifrån den mest värdefulla kvantitativa informationen genererades. Först eftersöktes alltså kvalitativa källor och sedan ur dessa gick det att urskilja kvantitativa studier som hjälpte till att besvara frågeställningen "Hur kan Artificiell Intelligens påverka arkitektföretag och landskapsarkitektyrket". De nya framgångarna inom Artificiell Intelligens under 2000-talet spelar en viktig roll inom landskapsarkitekturprofessionen. Genom kvantitativa studier, var fältet befinner sig, har det gått att urskilja vilka metoder som är mest effektiva. Det går att utan praktisk erfarenhet härleda att dessa metoder är generellt effektiva på att urskilja signaler i bruset. Detta är tillämplbart på alla professioner och själva mänsklighetens existens vilket går att härleda från Maxwells tankeexperiment. Detta ger därmed majoriteten av professioner och även landskapsarkitektur Artificiell Intelligens möjligheter att mer effektivt

urskilja signaler i bruset (en stor fördel vilket ännu bättre kan förstås med förkunskap om tankeexperimentet Maxwells Demon, som kommer från J C Maxwells bok Theory of Heat från 1871).

Fortfarande krävs det fler positiva resultat inom Generativ Design än de offentliggjorda av företaget Spacemaker för att få ett signifikant svar. Detta är fortfarande företagshemligheter hos företag för att få så lite konkurrens som möjligt. Detta är fortfarande ett fält som utforskas av kapitaliserade företag som tar risker, men efter frågor till företag som endast fokuserar på Generativ Design som Spacemaker visar enligt ledningen goda resultat i utökad personal, utan att till besvikelse offentliggöra mer ingående kvartalsrapporter. Efter ett telefonsamtal med författaren och forskaren Pelle Snickars, ligger det enligt honom i dagens digitaliserade företags (tex. Spotify) intresse att inte dela med sig av exakta algoritmer och parametrar som används i arbetet, vilket skapar en distans till forskning på universiteten och intresset har därmed inte funnits att utöver att besvara frågeställningen dela med sig av vilka värderande och praktiska parametrar som anses rådande inom landskapsarkitekturen. Dessutom är användandet av GANs fortfarande under en experimentfas, vilket inte ger en klar bild hur viktig roll området kommer verkligen att ha i framtiden. Därav, besvarar uppsatsen frågeställningen inom området Machine Learning, men inte fullständigt alla subkategorier t ex. Generativ Design och GANs.

LANDSKAPSARKITEKTEN, DATORER OCH SMART CITIES

Sedan både Vannevar Bush, 1945 och Allan Turing, 1948 definierade datorn som en universalmaskin har datorn kommit att ha en stor påverkan på mänskligheten (Batty, 2017).

Med exponentiella förbättringar i hur mycket minne datorerna kunde förvara ökade datamängden i det digitala universumet i samma takt. Redan tidigare hade informationssökning i samhället genom uppfinningar som bokpressen och tidningstryck haft en direkt effekt på människors liv genom en ökad yrkesspecialisering och fler högutbildade professioner. Den ökade mängden av digitaliserad data gav i sin tur ett växande intresse för digitala modeller med en allt ökande komplexitet då mängden data som gick att förvara ökade.

Efter att datorer började användas, dök ordet automatisering upp 1948. Idén var att automatisering skulle ske där det var möjligt och effekten syntes främst inom utbildade jobb, vars uppgifter var mer repetitiva (Lepore, 2019). Sedan industrialismens höjdpunkt på 1960-talet har fler utbildade yrken automatiserats i hela världen och 2019 hotas enligt Frey och Osborne fortfarande hälften av alla jobb, varav siffran stiger upp till 80% i utvecklingsländer (Frey, Osborne & Holmes, 2016). Den mest effektiva metoden att konkurrera med automatiseringen var att sänka sin lön, vilket skedde samtidigt som många yrken flyttades utomlands. Detta gjorde både automatisering och offshoring (att jobben flyttas utomlands) till ett gemensamt hot. Visionen av ett industrisamhälle med enkla repetitiva yrken kom i västvärlden efter 1960-talet att ersättas av en vision av ett kunskapssamhälle, med komplexa högutbildade informationshanteringsyrken.

Samtidigt blev datorn en nödvändighet inom högutbildade professioner. Inom arkitekturyrken kom arbetsprocessen att digitaliseras med program som AutoCAD, GIS och Adobes programvara. Med ökade möjligheter att förvara datamängder, ökade även behovet för dessa program att hantera större databaser och en högre komplexitet. Nya program dök därmed upp för att konkurrera med AutoCAD och GIS genom att hantera dessa problem och kombinera data från flertalet yrkesgrupper (BIM, parametrisk design). Andra program dök upp för att hantera en mer komplex 3D-visualisering av miljöer (Grasshopper) och även att skapa digitala kopior av städer, eller miljöer för det nya mediumet Virtual Reality (Susskind & Susskind, 2016)

Med internets utveckling blev enorma mängder av information tillgänglig för alla med internetuppkoppling hemma. Uttrycket *Information Overload* användes först av beslutsfattare i företag på 1970-talet. Men med det publika användandet av televisionen och internet kom uttrycket Information Overload att populariseras, ett mänskligt tillstånd som matematiska algoritmer var immuna mot (Toffler, 1970). På internet kom därmed ett nytt ekosystem av algoritmer att växa fram för att hantera datamängder ogripbara för en människa. Mängder av enkla webbspindlar kom att samla in data från alla världens hemsidor. Algoritmen PageRank, 2001, kom att rita en karta över internet och ranka viktiga hemsidor vilket gav upphov till sökmotorn Google, medan algoritmer från gruppen Artificiell Intelligens kom att skapa mening och ekonomiskt värde ur datan genom att klassificera, förutspå framtiden eller skapa nytt material från datan. Dessa algoritmer var därmed bättre än människan på att hitta så kallat "signal i bruset" i stora datamängder.

Detta nya algoritmiska nätverk som fanns på internet kom kort därefter att idémässigt projiceras på städer, där algoritmer övervakade staden. Begreppet som användes för att beskriva detta, "Smart City", användes först 1992 i boken *The Technopolis Phenomenon* och kom sedan att som arbetsmetod populariseras genom IT-företaget Ciscos implementering av det nya konceptet på den sydkoreanska staden Songdo 2012, och för att effektivisera stadens logistik och energianvändning (Batty, 2017). Begreppet Smart City kom därefter att utforskas ytterligare i Anthony Townsends bok *Smart Cities* (2013) året därefter. Istället för webbspindlar kom sensorer och videokameror vara det som samlade in data från städerna, dessa uppkopplade sensorer under namnet Internet of Things.

När Frey & Osborne publicerade en studie (2013) om vilka jobb som riskerade att automatiseras hamnade stadsplanering (13% risk) högst upp på listan bland arkitektrelaterade yrken. Landskapsarkitektur (4,5%) och arkitektur (1,8% risk) hamnade längre ner. McKinsey (2016) delade upp vilka specifika arbetsområden inom alla yrken som hade störst chans att automatiseras. Dessa var de som samlar in data och processerar den, samt att ge expertis.

Samtidigt fanns ett stort bias, psykologiskt feltänk, hos olika professioner enligt Susskind & Susskind (2016). Vid förfrågan svarade yrkesgrupper oftast att de trodde att alla yrken utom sitt eget riskerade få delar automatiserade. Det gick även att se mönster av "Confirmation Bias", särskilt att äldre yrkesutövare som behöll tilltron att allt yrkesutövande skulle fortsätta likadant som det tidigare hade gjort. Enligt konsultföretaget McKinsey (2017b) väntade ett skifte inom alla yrkesprofessioner, både inom arkitektur och inom arkitekternas programvara under det kommande tidsspännat av 20 år.

KRITIK MOT SMART CITIES

Bakom utvecklingen av "Smart Cities" har det varit flera organisationer som har varit med och rådgivit med expertis, såsom stora IT företag som Cisco, IBM och Siemens, vilka influerat myndigheter och andra organisationer. Det går självklart att vara kritisk till att det finns vinstdrivande agendor som ligger bakom expertisen inom området (Science and the Future of Cities, 2018)

En annan kritik mot införandet av Smart Cities är att när arkitekter förlitar sig mer på algoritmisk planering och design, kan denna teknik vara lika mycket förtryckare av specifika samhällsgrupper som hos vissa tidigare mänskliga beslutsfattare. Redan genom boken *Weapons of Math Destruction* (2016) kom Cathy O'Neil att kritisera den nya gruppen algoritmer som hade tagit över arbetet hos yrken inom IT, personaladministration eller finans. Ett införande av Smart Cities och ett ekosystem av algoritmer är något som inte sker utan intressekonflikter, där vissa gynnas och andra inte.

Godwin's lag gick ut på att, ju längre tid en internetkonversation fortlöper desto mer oundvikligt är det att nazister eller Hitler nämns i konversationen (Godwin, 1994). 2016 kom Microsofts artificiella chatbot Tay att

under en dags tid utvecklas från att vara en ödmjuk robot till att bli en rasistisk sådan, som citerade Hitler, genom att härma andra Twitteranvändare (Vincent, 2016). Andra mönster av förtryck är synliga inom algoritmer vid anställning av personer med hög emotionell instabilitet (O'Neil, 2016), eller som i Kina där minoritetsgrupper i östra Kina skickas på omskolningsläger enligt algoritmiska utlåtanden (Human Rights Watch, 2018). Anledningen beror på vilken data som matas in i algoritmen, eller i vilket syfte den används till, vilket sedan ligger gömt i koden.

En annat problem är att planeringen som görs av algoritmer helt och hållet bygger på den data som matats in ursprungligen. I en artikel i tidningen Slate skrev Bethany Brookshire om den insamlade datan i sociala och psykologiska studier, vilket oftast representerar bara 12% av världens befolkning, eller befolkningsgruppen WEIRD, "Western, educated, and from industrialized, rich, and democratic countries" (O'Neil, 2016). När datan från en minoritetsgrupp istället används för att planera världens städer, är det inte alltid som städerna designas för de verkliga användarna. I boken *Invisible Women* skrev Caroline Criado-Pérez 2019 om hur mobiltelefonen är designad för manliga händer och att kvinnor löper större risk att bli feldiagnostiserade inom medicin, på grund av selektiv datainsamling som i sin tur löper risk att påverka algoritmers senare beslutsfattande (Goode, 2019).

Enligt rapporten *Science and the Future of Cities* (2018) följer data insamlad på städer ett liknande bias. För datan från varje kontinent är det enligt följande: Europa hela 42%, Asien 28%, Nordamerika 10%, Sydamerika 10%, Afrika 6% och Oceanien 2%. Därmed lär planering och design baserat på algoritmer härma västerländska och möjligen asiatiska städer i större utsträckning.

Med algoritmer som kan styra stadsplaneringen i allt större skala, krävs det att Jane Jacobs kritik mot mänskligt skapta stadsplaner riktas mot algoritmer istället i den nya tidsåldern. Michael Batty (2018a) kritiserar idén, precis som Jane Jacobs gjorde mot planeringen av New York att istället för att låta algoritmer planera städerna ovanifrån med en storskalig stadsplan ska istället stadsdelar låtas byggas underifrån utefter sina egna behov och medborgardialog. Frågan återstår även för hur algoritmer ska hantera nya intressekonflikter, när dessa baseras endast på data från tidigare intressekonflikter och deras vinnare.

ARKITEKTENS PROGRAM I FRAMTIDEN

Som Batty (2018b) skriver väntar sig ett av arkitektens redskap GIS att ställas inför ett vägval, antingen utveckla GIS för att hantera den nya tekniken inom Artificiell Intelligens, sensorer och API-tjänster, eller låta andra program, (t.ex. JupyterNotebook, scikit-learn, tensor-flow, geopandas, Tableau) hantera de nya områdena. Detsamma gäller program som AutoCAD (Generative Design, Dynamo, Refinery), Grasshopper (LunchBox, ANT) eller Photoshop (Generative Adversarial Networks, PaintChainer, Runway).

Precis som i internets linda var fokuset främst på webbspindlarna och inte på den Artificiella Intelligens som sedan hanterade datan. Fokuset inom Smart Cities (Townsend, 2013) har medialt varit på sensorerna, 5G

teknik och Internet of Things och inte på den Artificiella Intelligensen som skapade mening och ekonomiskt värde ur datan genom att klassificera, förutspå framtiden eller skapa nytt material från datan. Detta följs med att arkitekturprofessionerna antingen tar till sig Artificiella Intelligensen inom utbildningen, eller samarbetar med denna nya arbetsgrupp, kallad Data Scientists., använder datan för att hitta värdefulla signaler i bruset. Ett sedan 2010-talet nytt yrke som genom kodspråken Python och R hanterar data genom statistik och Artificiell Intelligens.

VARFÖR FRAMGÅNGAR I A.I JUST NU?

Redan skrev Stan Openshaw (1997) en bok om hur Artificiell Intelligens skulle kunna gå att tillämpa på geografisk information. Precis som Michael Batty (2018a) skriver, var detta ett för tidigt försök. Sedan dess har en kraftig utveckling skett inom ämnet. Följande punkter har påverkat utvecklingen:

- Mer datorminne och större datamängder (Townsend, 2013)
- Bättre processorer, samt ett större användande av parallell processering och cloudtjänster
- Utvecklandet av algoritmer som Random Forest, Gradient Boosting, Deep Learning och Capsule Networks (Olsen et. al.², 2018) (Haldar et. al.³, 2018)
- Utvecklandet av GANs, Reinforced Learning, CapsuleNetworks och Automatic ML (Pechyonkin, 2017) (Balaji & Allen, 2018)
- Billig arbetskraft inom klassificering av bilder genom Mechanical Turk (Gershgorin, 2017)
- Ett poängsystem och tävlingar för att förutspå framtiden korrekt (Schoemaker & Tetlock, 2016)
- Tävlingar och forum för att ta fram de bästa algoritmerna för olika datorset (Bennett & Lanning, 2007)

FÖRÄNDRINGAR INOM YRKEN

För att mer exakt förstå hur framtiden för landskapsarkitektyrket och arkitektyrket ser ut, krävs det att gå igenom olika historiska faser som yrkesgrupper har genomgått. Till en början förelåg yrkena uppbyggda i skrån inom specifika områden. Skråväsendet under medeltiden höll den yrkesrelaterade kunskapen levande genom muntlig kommunikation från generation till generation. Med uppfinnandet av bokpressen sjönk priset på att nedteckna kunskap tillräckligt för att kunskapen inom skråna skulle kunna nedtecknas och massproduceras. Bokpressen, den ökande mängden universitet, den vetenskapliga journalen och den tillbakagående kristna dogmatismen gav utrymme för fler högutbildade yrken och en större diversifiering inom yrken (Susskind & Susskind, 2016). Följande tydliga förändringar har skett sedan medeltiden:

- Ökad yrkesspecialisering
- Systematisering av exakta arbetsuppgifter
- Ökad informationsspridning genom digitalisering

² Olsen, R; Cava, W; Mustahsan;Z; Varik, A & Moore, J.

³ Haldar, M; Abdool, M; Ramanathan, P; Xu, T; Yang, S; Duan, H; Zhang, Q; Barrow-Williams, N; Turnbull, B. C; Collins, B. M & Legrand, T.

- Automatisering av arbetsuppgifter

ÖKAD YRKESPECIALISERING

Antalet böcker kom att explodera med Gutenbergs bokpress 1445. På 1600-talet uttrycktes ett stort missnöje. Filosofen Leibniz uttryckte det i sina texter såsom ”*denna förfärliga mängd böcker som ymnigt tillväxer varje dag*”. När upptäcktsresande som Columbus utforskade nya världsdelar skapades möjligheten att studera nya miljöer. Världen kom att kartläggas i både flora, fauna, berggrund, folkslag och språk. Detta var något som gav upphov till forskningsområden som botanik, lingvistik, arkeologi och geologi. Antalet nedtecknade arter hos växtriket kom att rusa iväg från antikens 500 arter, till hela 6 000 arter år 1632. Detta var strax innan Linné gav sig ut på sina resor. (Burke, 2018) Inte nog med att nya kontinenter utforskades, kartlades och studerades, även mikroskopen och teleskoperna möjliggjorde utforskning av allt från små mikroskopiska världar till den gigantiska planetära rymden. Det blev ett allt mer känt faktum att det helt enkelt inte gick att som individ att ha kontroll på all information och kunskap längre.

På 1830-talet tillkom ordet *specialité* och därefter *specilisté* 1834. Samma år dök ordet *scientist* upp för att skilja naturämnena från humaniora. Uppdelningen kom att med tiden ha ett starkt inflytande på hur universiteten utformades. I Cambridge kom studenterna 1870 att få välja mellan att antingen studera de klassiska språken eller så kunde de studera matematik. (Burke, 2018)

Begreppet ”*den sista mannen som kunde allt*” myntades. Titeln och bragden gavs till jesuiten Athanasius Kircher. Behovet fanns fortfarande att ha kunskapen på bara en plats. För att göra denna enorma mängd kunskap mer tillgänglig sammanfogade därefter fransmannen Denis Diderot och hans 140 medarbetare allt de kunde finna inom filosofi, litteratur, akustik, biologi, konst, musik och hantverk och samlade detta i sitt kolossala verk *Encyclopédie* (1751-1772). Detta efter det grekiska ordet för en generell utbildning (Burke, 2018).

Inspirerad av Diderots Encyclopedi kom Adam Smith (1827) att skriva sitt kända exempel på hur uppdelning och specialiserat fokus på ett enskilt område inom arbetslivet kom att öka hela samhällets ekonomiska produktivitet. Han tog en nålfabrik som exempel, där arbetet uppdelat i arton arbetsområden ökade den slutliga produktiviteten enormt:

”One man draws out the wire; another straightens it; a third cuts it; a fourth points it; a fifth grinds it at the top for receiving the head; to make the head requires two or three distinct operations; to put it on is a peculiar business; to whiten the pins is another ... and the important business of making a pin is, in this manner, divided into about eighteen distinct operations, which, in some manufactories, are all performed by distinct hands, though in others the same man will sometimes perform two or three of them.”

(Smith, 1827)

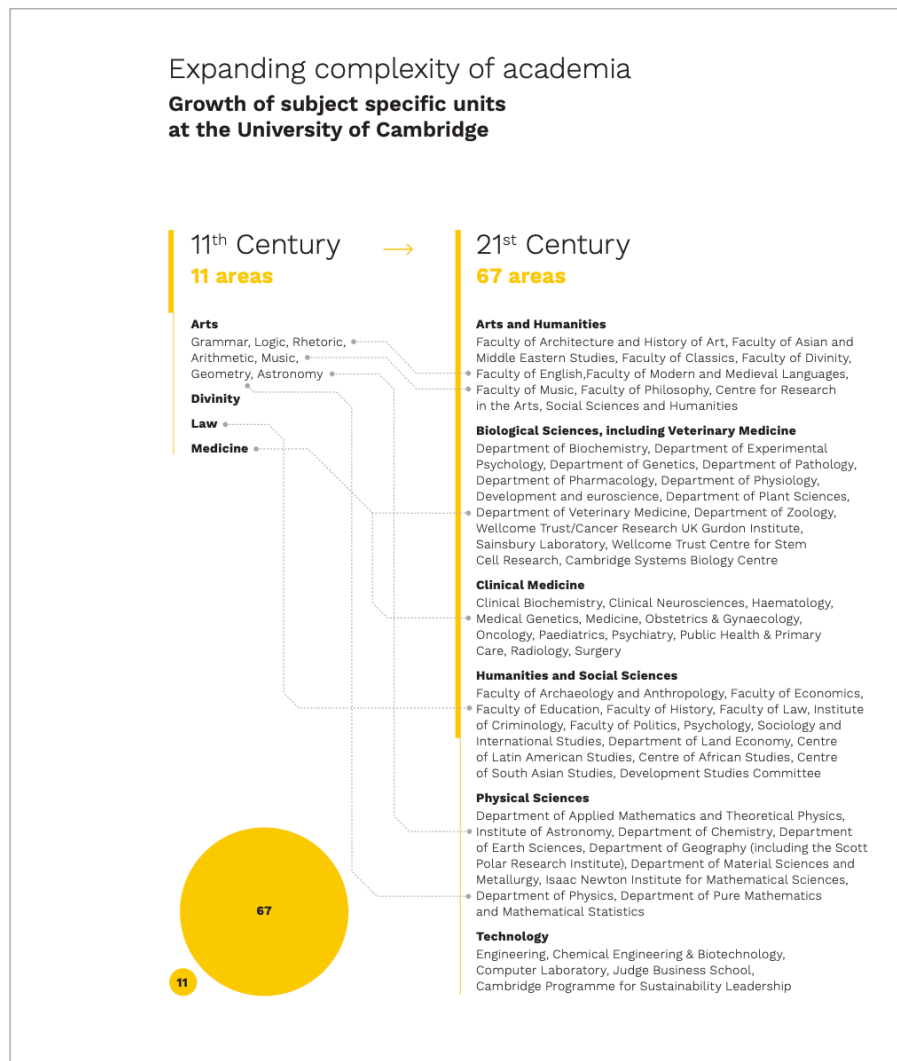


Fig. 2. ÖKAD SPECIALISERING INOM AKADEMISKA YRKEN

(Acuto et. al, 2018) och (Pieterse, 2018)

SYSTEMATISERING AV ARBETSUPPGIFTER

Efter upplysningen kom därefter en effektivisering av yrken att påbörjas. Atul Gawande (2009) skrev i sin bok *Checklist Manifesto*, att dagens yrken inom läkarkåren och juristkåren hade blivit så komplexa att checklistor var nödvändiga för att inte drunkna i allt att hålla koll på. Människans närtidsminne räckte inte till. Redan 1956 hade psykologen George Miller (1956) på Princeton University kommit fram till att normala individer endast kunde hålla mellan 5 plus minus 2 tal i huvudet samtidigt. En checklista kunde fungera som en förlängning av den mänskliga förmågan och utvecklingen gjorde så det därefter gick åt fler checklister, protokoll, algoritmer osv. Samtidigt var det just denna formen av repetitiva arbetsområden som var lättast att automatisera.

ÖKAD INFORMATIONSSPRIDNING INOM DIGITALISERING

Förutom repetitiva områden hotas även den direkta expertisen från olika högutbildade yrken.

I boken *The Future of Profession* hävdar Richard och Daniel Susskind (2016) att det inte bara är repetitiva yrken som är hotade av framtida automatisering utan han anser även att expertisen är hotad. När den Artificiella Intelligensen Watson vann i frågesporten Jeopardy 2011 över de legendariska mästarna Brad Rutter och Ken Jennings, väcktes frågan om Artificiell Intelligens kan ge rådgivning och expertis till direkt till kunder istället för att behöva tillfråga utbildade experter. 2013 hade den implementerats på ett sjukhus där 90% av sjuksköterskorna använde den. Samtidigt kunde Watson studera fler fall än en läkare hinner med under sin livstid.

Enligt Susskind & Susskind (2016) så har högutbildade yrken historiskt sätt haft distinkta kännetecken. Det har gått att jämföras med ett prästerskap där kunskapen hållits inom skrået. Det har funnits ett särskiljande av legitimerade utövare och inte legitimerade utövare, och yrkestiteln har varit kopplad till en högre social status. Men expertisen inom läkaryrket hotades enligt Susskind & Susskind (2016) inte bara från A.I roboten Watson, utan sammanlagt från två håll. Det ena var från internetplattformar och det andra från Artificiell Intelligens. Hotet från internetplattformar kan beskrivas efter ett känt citat av Marc Andreessen (2011): "*Software is eating the world*".

Ben Thompson (2019), en strategisk analytiker på Stratechery, kom samtidigt med en teori i sin text *Aggregation Theory*, som beskrev varför internetplattformar var så konkurrenskraftiga. Teorin delade in en distributionskedja i tre viktiga delar.

Noll transaktionskostnad

Genom internet har barriären för kommunikation och transaktioner sjunkit och detta med email och internetbanker som exempel. Större institutioner, mötesplatser för handel och kostnader för detta behövs inte längre när internetplattformar tagit över. Transaktionskostnaden sjunker därmed.

Noll distributionskostnad

Kostnaden för att leverera informationsprodukter eller expertis genom internet har försvunnit, då det sker genom webbläsaren istället för fysiskt. Det krävs en lägre kostnad än tidigare att distribuera kunskap eller information.

Noll marginalkostnad

En internetplattform kan betjäna mängder med människor samtidigt i jämförelse med vad en enda fysisk person klarar av, vilket möjliggör en större spridning av expertis och därmed en lägre marginalkostnad.

Genom denna möjlighet skapades de båda apparna kry.se och doctor.se där medicinsk rådgivning kunde ges åt personer i hela landet. Internetplattformar kombinerat med Artificiell Intelligens ses därmed som ett hot

mot alla yrken som innehåller expertis, vilket inom landskapsarkitekturen kan successivt hota att ta över materialval, form, designval och växtval.

AUTOMATISERING

Historier om att människan lyckas gjuta liv i en varelse, eller skapa en automata, hade funnits länge i antika Grekland, Indien och Kina. Historier berättade om människor som likt gudar från skapelseberättelserna lyckats gjuta liv i lera eller statyer som grekiska *Thalos*. När fransmannen Jacques de Vacanson kom att skapa en automatisk anka kallad *Digesting Duck* 1739, ansågs det därför som ren magi (Wood, 2012). Inte långt senare lyckades italienaren och läkaren Luigi Galvani, få döda grodorna att röra sig med ström. Att få något dött att röra sig väckte därefter förhoppningar om att människan skulle kunna kontrollera liv och död. (Brown, 2010) Inspirerad av Galvani kom Mary Shelly (1823) att skriva verket *Frankenstein or the modern prometheus*. Genom berättelsen skapade hon en urtyp inom den modern litteraturen, om det stora geniet som efter att ha skapat liv och som sedan blivit dödad av sin egen skapelse. Shelleys varelse Frankensteins monster var mänskligt kött och blod. Fokuset kom därefter att flyttas läkekonsten till den nya tekniken genom ingenjörskonsten. I den tjeckiska författaren Karel Čapeks (1920) pjäs, *Rossum's Universal Robot* eller R.U.R var Čapek först med att använda ordet robot. Sitt nya ord beskrev han som: "*Robots are not people. Mechanically they are more perfect than we are, they have an enormously developed intelligence, but they have no soul.*" Robotarna i pjäsen var skapta för att arbeta åt människan, men med tiden kom robotarna plötsligt att göra uppror likt den dåtida ryska oktoberrevolutionen 1917 och sedan avslutningsvis utplåna hela mänskligheten. Rädslan för nya teknik hade avtagit efter två världskrig, då den istället skulle hjälpa till att bygga upp samhällena i efterkrigstiden. När ordet automatisering tillkom 1948 blev agendan därefter att allt som gick att automatisera skulle automatiseras för att öka den industriella produktiviteten (Lepore, 2019).

ARBETSMARKNADEN

Efter Lehman Brotherskraschen och den följande finanskrisen, 2008, steg arbetslösheten till hela 9.1 procent i USA. Det var en nivå som inte synts sen början på 1980-talet. Mitt under lågkonjunkturen släppte Brynjolfsson och McAfee (2011) en rapport om hur automatiseringen sannolikt skulle kunna påverka den amerikanska arbetsmarknaden i framtiden. Sedan slutet av 1700-talet hade produktiviteten ökat enormt. Enligt Nobelpristagaren Robert Solow (1956) hade detta inte skett på grund av hårdare arbete, utan smartare. Dock hade lönerna för en medelklassfamilj som tidigare ökat sedan 1970-talet, stagnerat helt och hållet. Klyftorna hade växt i alla rika länder och de som hade tjänat på produktivitetsökningen var endast en liten grupp (Greenhouse, 2013). Det var klart att den senare automatiseringen sedan 1970-talet hade gynnat användarna och ägarna av den nya tekniken och inte lönearbetarna. Brynjolfsson och McAfee (2011) skrev om två alarmerade hot för den framtida amerikanska arbetsmarknaden. Det första var *offshoring*, dvs att jobben försvann utomlands, och *automatisering*.

VILKA YRKEN KOMMER SANNOLIKT ATT AUTOMATISERAS?

För att studera vilka områden som i framtiden kunde bli automatiserade publicerade Carl Benedikt Frey och Michael Osborne från University of Oxford 2013 rapporten *The Future of Employment*. I rapporten ställdes frågan vilka arbeten som kunde riskera att automatiseras bort. Rapporten gick igenom sannolikheten för 702 olika yrken och enligt rapporten riskerade hela 47% av alla yrkesanställda amerikaner att få sitt yrke automatiserat. McKinsey (2017a) visade att nivån var densamma i Europa (47%), medan den på andra håll var högre, som 69% i Indien och 77% i Kina. Länder med fler låglönejobb var mer hotade av en automatisering (Frey, Osborne & Holmes, 2016). Följande yrkesgrupper placerades utefter sannolikhet att automatiseras, med läst risk till vänster:

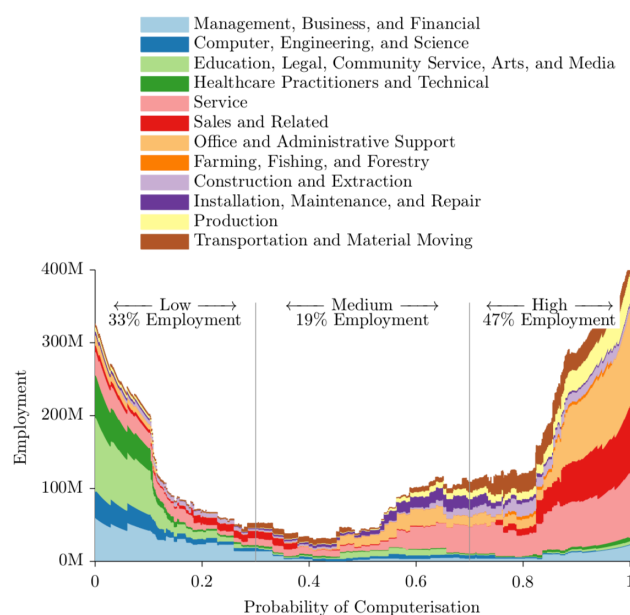


Fig. 3. RISK FÖR AUTOMATISERING AV JOBB

(Frey & Osborne, 2013)

I en amerikansk studie åt den amerikanska presidenten kom man fram till att högutbildade jobb var den grupp som var minst hotade av automatiseringen (Furman, et. al, 2016) och endast personer med gymnasieutbildning eller lägre låg i den direkta riskzonen (Arntz et. al., 2016).

AUTOMATISERING INOM ARKITEKTYRKET

Enligt en bilaga i rapporten *The Future of Employment* (Frey & Osborne, 2013) visas automatiseringsrisken inom arkitektyrken:

Lärare	0.4 % (- 3%)
Ingenjörer	1,4 %

Multimedia	1,5 %
Arkitekter	1,8 %
Inredningsarkitekter	2,2 %
Art Directors	2,3 %
Målare, skulptör, illustratör	4,2 %
Landskapsarkitekt	4,5 %
Trädgårdsdesigners	4,7 %
Grafiska formgivare	8,2 %

Enligt ovan är de minst sannolika yrkena att automatiseras inom arkitektyrket; yrken som innehåller social interaktion och management (**lärare**), samt inom expertis (**arkitekt, landskapsarkitekt, inredningsarkitekt**) och kreativa områden (**målare, skulptör, illustratör**). Det svåraste att automatisera var enligt Frey, Osborne & Holmes (2016) social intelligens och kreativ originalitet. Hela 90% av kreativa yrken var inte sannolika att automatiseras.

Stads och regionsplanerare	13 %
Geograf	25 %
CAD-konstruktör	52 %
Byggnadsinspektör	63 %
Teknisk civilingenjör	75 %
Miljö och skyddstekniker	77 %
Karttekniker och bildanalytiker	88 %
Kartläggare	96 %

Enligt ovan återfinns yrken med högre sannolikhet för automatisering inom områden med en större del datahantering (**CAD-konstruktör, karttekniker**).

I rapporten *State Of Machine Learning And AI* av McKinsey (2017), definieras områden där A.I kommer ha störst inverkan. De ledande inom området, där det redan implementerats till större del, är just nu Tech och Finansföretag. McKinsey delade därefter in möjligheter för automatisering inom olika sektorer. Inom den publika sektorn ser rapporten störst framtida inverkan för Artificiell Intelligens inom optimering av städer genom automatiskt beslutsfattande inom frågor som effektivitet och livskvalité och därefter inom området strategisk statlig planering av byggnationer. Inom jordbruk ser de en av de stora möjligheterna i att förutspå vilka växter som fungerar på rätt platser genom väder, klimat och ljusförhållanden osv. Det är två områden som direkt påverkar landskapsarkitekternas yrke (McKinsey, 2017a)

Hotet för arbetsmarknaden ligger i att Artificiell Intelligens presterar bättre än den genomsnittlige personen inom ekonomiska aktiviteter. Enligt Future of Humanity Institute kommer risken öka från 25% till 54% år 2028 att prestera bättre än den genomsnittlige arbetaren i ekonomiska aktiviteter.

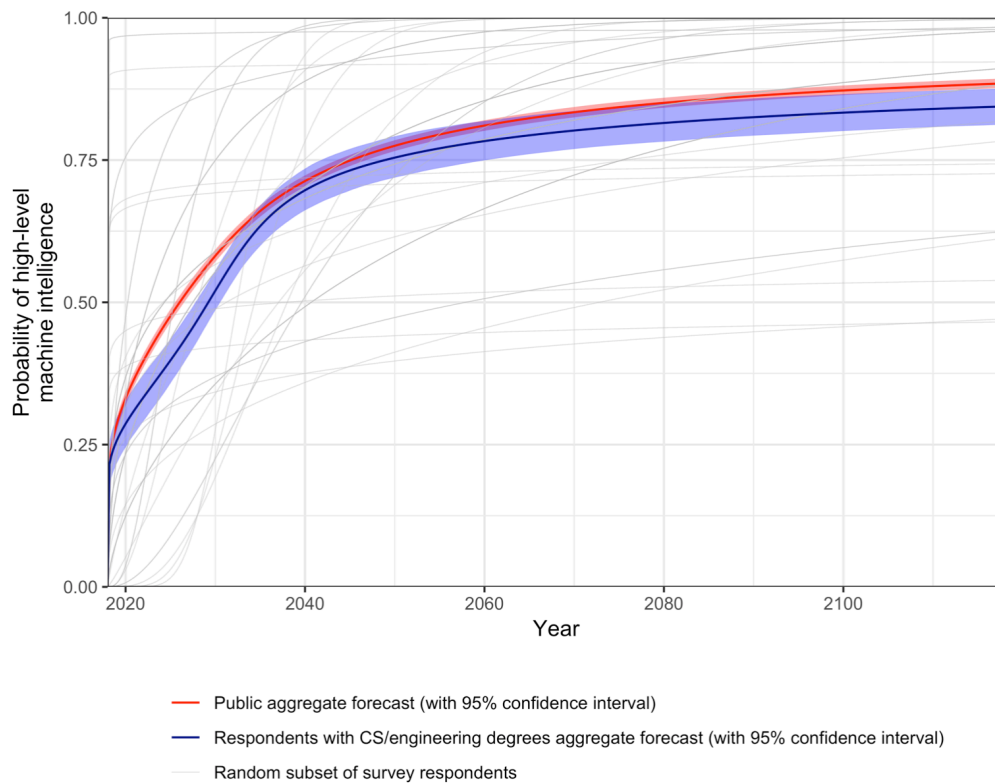


Fig. 4. ÅR 2028 FÖRVÄNTAS GENERELL AI TILLKOMMA

(Zhang & Dafoe, 2019)

Forskningscyklers påverkan

Artificiell Intelligens har i tidigare perioder i historien upplevt skiftande perioder av intresse, vilket är kombinerat med att dess förmåga har både övervärderats och undervärderats (Russell & Norvig, 2016).

(1956) Dartmouth Konferensen - Ordet Artificiell Intelligens myntas, pengar förs in i ett forskningsprogram för tänkande maskiner i USA. De tidiga systemen tänker om sin omvärld som ett schackspel, med enkla rutor och regler (Russell & Norvig, 2016).

(1977) Lighthill rapporten - En rapport släpps om att Artificiell Intelligens inte visar resultat i att klara av mer komplexa världar utan endast enkla stegvisa problem, likt ett schackbräde. Pengarna stryps till forskningsprogrammet (Russell & Norvig, 2016).

(1980) AI Industrins tillväxt- Artificiell Intelligence börjar ge vinster i industrin vilket får mängder av pengar att flöda tillbaka till forskningsprogram i länder som Japan, USA och England (Russell & Norvig, 2016).

(1988) AI Vintern - Förväntningarna satta av industrin nås inte, intresset för AI sjunker, samtidigt som akademien flyttar sitt fokus allt mer till områden som Neural Networks och Decision Trees som idag är det rådande paradigmet (Russell & Norvig, 2016).

(2001) Internet och Big Data - 1997 förlorar den tidigare världsmästaren i schack Garry Kasparov mot en dator, samtidigt börjar enorma mängden data insamlad genom internet och videokameror ge möjlighet för Artificiell Intelligens att förstå mer komplexa miljöer. Men fortfarande var AI helt och hållet science fiction. Under perioden visade Leo Breiman (2001b) vägen för en ny yrkeskategori kallad Data Scientists, som ägnade sig åt stora mängder data.

(2012) Deep Learning och Gradient Boosting - Genom att George Hinton's algoritmer Deep Neural Network vann tävlingen ImageNet 2012 (se nästa kapitel) föddes en ny våg av publikt intresse för AI. Artificiell Intelligens kom även att under den följande perioden göra framsteg genom att vinna mot mänskliga världsmästare i både Jeopardy, Go, Atari-spel och StarCraft II. Frey & Osbournes (2013) kända rapport om hur AI riskerade att påverka arbetsmarknaden, samt Nick Bostrom's bok *Superintelligence* (2014) om mänsklighetens existentiella risker med AI kom att oroa allt fler angående AI-utvecklingen. Samtidigt visade både Google och Teslas självkörande bilar samt Boston Dynamics robotvaror på att robotar nu kunde börja hantera komplexa vardagliga miljöer.

Ekonomiska konjunkturers påverkan

Sedan lågkonjunkturen 2008 har kända citat, eller memes fått pengar att röra sig på marknaden. 2011 myntade Marc Andreessen (2011) begreppet att "*Software is eating the world*", att algoritmer väntade ett framtida världsherravälde. Redan 2006, myntade den engelska matematikern Clive Humby uttrycket "*Data is the new oil*", vilket som begrepp populariserades i och med Big Data (Haupt, 2016). 2013 hävdade Jim Cramer att framtiden låg hos "FAANG-aktierna" (Facebook, Apple, Amazon Netflix, Google). Det var just dessa företag som ägde mängder av data och algoritmer. Kort därefter hade stora summor pengar flödat in i Silicon Valleys IT-företag runt omkring 2012-2014 (Brodie, 2013)

Krav på yrkesrelaterad kunskap

Enligt utvecklaren av Automatiserad Machine Learning programmet T-POT Randal Olsen (2018) placerar sig Automatiserad Machine Learning i den översta tio procenten i tävlingar på forumet [kaggle.com](https://www.kaggle.com), men enligt honom krävs det en specifik yrkesrelaterad kunskap för att ta lagen till de absolut bästa en procenten av tävlingar. Risken är att precis som ekonomen Tyler Cowen uttryckte i boken (2013) med samma namn, "*Average is Over*", att en mindre grupp av de bästa specialisterna behövs fortfarande, kombinerat med både en större grupp Data Scientists som hanterar datan och en Automatiserad Artificiell Intelligens. Det finns därmed en risk att delar av landskapsarkitektskåren tas över av dessa grupper eftersom de helt enkelt är bättre på att hitta signal i bruset.

ÖVERTRO PÅ ARTIFICIELL INTELLIGENS?

"We tend to overestimate the effect of a technology in the short run and underestimate the effect in the long run." (Amara & Boucher, 1977)

Möjlig övertro till AI

Enligt Future of Humanity Institute (Benaich & Hogarth, 2019) finns det en större sannolikhet än 54% att Artificiell Intelligens presterar bättre än den genomsnittlige personen inom ekonomiskt värdeproducerande aktiviteter år 2028. Sedan 2012 och den följande ekonomiska högkonjunktureren löper det därmed en risk att forskare, företag och länder, precis som under 1980-talet, kan för stunden ha överdrivna förväntningar.

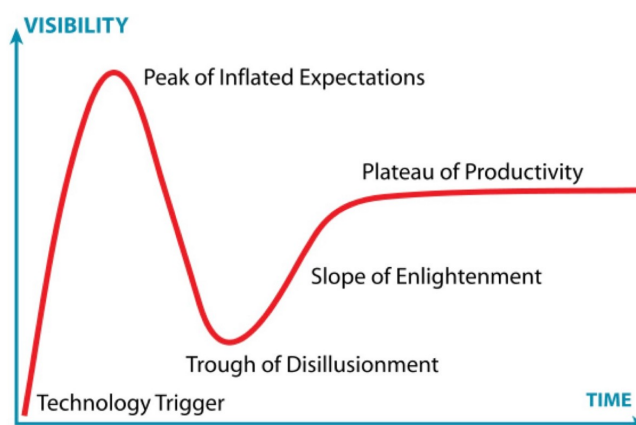


Fig. 5. GARTNER HYPE CYCLE

Företaget Gartner utvecklade en kurva för att förklara hur förväntningarna skiftade generellt för ny teknik med tiden. Till början övervärderas tekniken, till att sedan kritiseras, för att sedan nå en jämnare nivå av förväntningar därefter (Kemp, 2007).

Båda Nobelpristagarna Kahneman och Tarsky tar upp i boken *Thinking Fast and Slow* (2011) att det mänskliga psyket är bipolärt. Att överdriva positiva och negativa händelser ligger enligt de båda i människans natur. En nuvarande högkonjunktur (2019) ger överdrivna förväntningar på AI, medan en följande lågkonjunktur, eller kritik, skulle kunna dämpa hypen kring AI och omfokusera på dess värdeskapande delar istället.

"Oftentimes, these companies were driven by FOMO (Fear of missing Out) rather than practical use cases, worried that they would be left behind by their automated competitors." (Nield, 2019)

PROBLEMATIK INOM ARTIFICIELL INTELLIGENS

Fortfarande finns det begränsningar med att arbeta med Artificiell Intelligens:

- Presterar sämre än människor om lite data är insamlad (ca 1000 datapunkter räknas som nödvändigt) eller datan är av låg kvalité
- Den artificiella Intelligensen måste ha väl utvalda parametrar utifrån yrkesrelaterad kunskap.
- Måste ha väl utvalda mål
- Kan bli farlig om ett dåligt, eller för egoistiskt mål väljs av en människa

2018 skrev Gary Marcus en kritik mot Deep Learning och den följdes 2019 av en allmän kritik av Thomas Nield mot den nya vågen av AI-hype efter 2012. Han hävdade att begränsningar av vad Machine Learning och Deep Learning kunde utföra redan hade börjat utkristalliseras, vilket ökar risken för en ny framtida svacka inom AI. I korta drag återfanns i den följande kritiken följande:

- Artificiell Intelligens kan inte hjälpa till att lösa problem som tar evigheter att beräkna
- Har inte utvecklats till Generell Intelligens än (att kunna agera i flera olika miljöer och med olika mål)
- Den har dålig förmåga i att veta vad den exakt ska fokusera på
- Tar längre tid och behöver mer data för att lära sig nya problem än bebisar gör
- När de gör fel, gör de andra fel än människor vanligtvis gör
- Har till skillnad från människor svårt att visualisera saker som är väldigt ovanliga eller aldrig hänt tidigare (Bengio, 2019)

KLASSIFIERING

"Fifty years ago she said – go out there and see what works and what doesn't work, and learn from reality. Look out of your windows, spend time in the streets and squares and see how people actually use spaces, learn from that, and use it"

Stadsplaneraren Jan Gehl om författaren Jane Jacobs (Anderson-Oliver, 2019)

PLATS OCH RÖRELSE

Både dansken Jan Gehl och William H. Whyte kom efter inspirationen från Jane Jacobs och studier av biologiska och sociologiska system att bege sig ut på gatorna och studera hur människor rörde sig. De räknade människor längs gatorna, hur de betedde sig, var de stod stilla, satt ned, hur snabbt de rörde sig och på vilket sätt de rörde sig. Detta gjorde de för att både klassificera och kvantifiera gatumiljön (Gehl & Swarre, 2013).

Whyte kom även att använda sig av kameror. Sedan dess har allt fler kameror installerats i stadsrummet, i syfte att lösa brott. Trenden har fortsatt över hela världen då antalet övervakningskameror dubblades mellan åren 2012 till 2016, till 349 miljoner (SDM, 2016), i likhet med ett ökat antal sensorer utplacerade i städerna (det vill säga Internet of Things). I London där Allan More på 1980-talet skapade sin antihjälte i serietidningen *V for Vendetta*, hade hjälten med en mask för att gömma sig för Londons övervakningskameror (Moore, 2003). Idag syns den genomsnittliga Londonbon 300 gånger på stadens ca 500 000 övervakningskameror (Caught on Camera, 2017)

2012, höll Malte Spitz ett TED-talk om hur telefonföretag hade börjat spara information om alla telefonanvändare i Europa. 2006 hade EU infört ett direktiv, Data Retention Directive (2006/24/EC), som tvingade samtliga länder i EU att utöka sparandet av metadata från telefoner och internetanvändare från sex månader till hela två års tid. Efter att Spitz, som var politiskt aktiv, krävt sin personliga information från sin teleoperatör, vilket dröjde ända till han först stämt företaget, publicerade han ett år av sitt liv enligt metadata på den tyska veckotidningen Zeit Online (Spitz, 2012). Genom datan gick det att se hur exakt han rörde sig i städer, hans dagliga schema, om han befann sig på demonstrationsplatser, och när han ringde eller fick sms. Med samma data gick det för dessa teleoperatörer att följa medborgarnas rörelsemönster genom städerna likt Jan Gehl och Whyte, vilket sedan gick att använda för att fatta politiska beslut och planera städer. Jonathan Reades, Francesco Calabrese och Carlos Ratti (2009) från MIT Senseable City Lab kom att studera mängder av telefondata: "The three months' worth of data represents the cumulative daily phone usage, voice, text, and data more than one million TIM subscribers and visitors to Rome." för att få en levande karta på hur aktiviteten hos människor förändrades i Rom, en teknik som idag finns tillgänglig från svenska telefonföretag som tex. Telia.

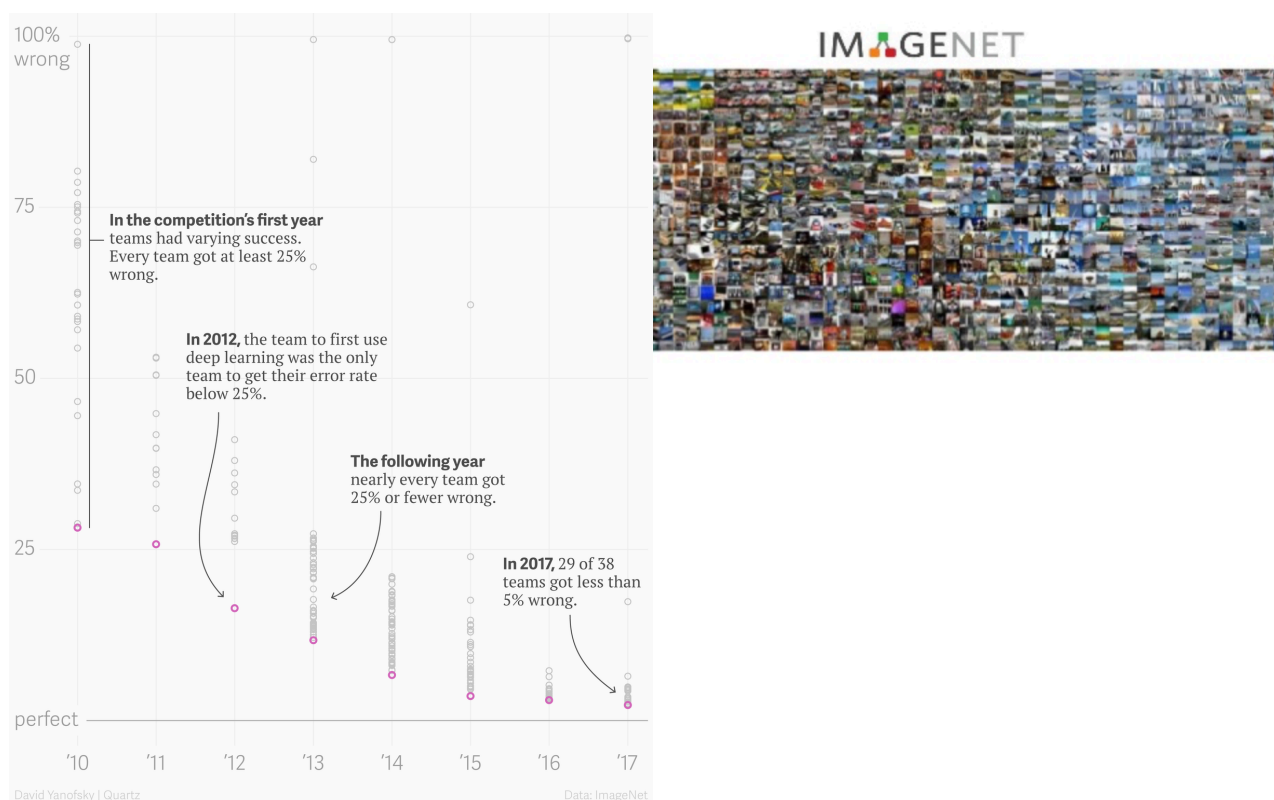
Genom en studie från Londons tunnelbanor, gick det att se hur pulsen i en stad nådde sin topp under morgonen och ökade igen under eftermiddagen när invånarna pendlade hem från jobbet, för att sedan nå botten under nätter. Pulsen sjönk på helger och lediga dagar och även förhöll den sig till turism och semestertid, då mönsterna visade sig innehålla säsongskurvor. Enligt studier gick det att se att det förutsägbara rörelsemönstret sällan bröts utan vid tillfälliga händelser som vid underhållningsevenemang och sport (Batty, 2018c)

DEEP LEARNING

2009 hade den assisterande professorn Fei-Fei Li, från amerikanska universitetet Princeton, samlat enorma mängder data på att namnge objekt i bilder, som hon sedan sparade i en databas. Hon inkluderade detta dataset i en tävling hon startade. Tävlingen gick ut på att algoritmer skulle känna igen vad som fanns på bilderna och döptes till ImageNet.

Det var inte alls enkelt för Fei-Fei Li att samla ihop bilder och namnge vad för objekt som fanns på dem. När Fei-Fei Li räknade på arbetsinsatsen kom hon fram till att det skulle ta 90 år för hennes lilla grupp, bestående av studenter, för att namnge tillräckligt med bilder åt algoritmerna. Av en slump kom hon i kontakt med tjänsten *Amazon Mechanical Turk*. Tjänsten tillät människor från hela världen att göra arbetsuppgifter för små mängder pengar. Visionen blev nu möjlig. Efter två och ett halvt års samlande och kategoriserande av människor från hela världen var den årliga tävlingen igång år 2010 (Gershgorin, 2017).

Fig. 6. IMAGE-NET (Yanofsky & Gershgorin, 2017)



Första året testades alla algoritmer som kunde tänkas. Året därpå uteslöts den sämre hälften av algoritmerna. Två år efter starten 2012 hände något oväntat. Studenterna Ilya Sutskever och Alex Krizhevsky tillsammans med sin handledare Geoffrey Hinton (2012) vann tävlingen med en ny algoritm som de kallade ”*Deep convolutional neural network*”. Resultatet skulle gå som en tryckvåg genom forskarvärlden. Algoritmen kom att utklassa alla andra deltagare. Tidigare hade felmarginalen legat på 25%. Med ett neural networks förbättrades resultaten med hela 10.8%. Det var en förbättring så markant, att det innebar ett paradigmskifte. Framgången med Hintons Neural Network sammanfattades i uppsatsen *ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks*, 2012, (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2012). Året därpå skedde enorma kommersiella satsningar av de amerikanska IT-företagen inom Artificiell Intelligens och med enorma framgångar (Gershgorin, 2017).

Hela fem år senare, 2017, anordnades den allra sista ImageNet tävlingen. Under sju års tid hade igenkänningen av objekt stigit från 71.8% till 97.3%. *Deep learning* hade blivit mycket bättre än en människa (95%) på att känna igen en rad olika föremål (Staravoi, 2017). Samtidigt hade Fei-Fei Lis databas vuxit till totalt 13 miljoner bilder och för att ge fler möjligheten att träna Neural Networks gav Google ut en organiserad bilddatabas, *Open Images database*, med hela 9 miljoner bilder, sorterade i 6 000 kategorier, till alla att fritt använda sig av.

ÅLDER, KÖN OCH NAMN

Från att övervakningskameror, mobiler och sensorer kunde beräkna medborgarens plats och rörelse utvecklades det, genom framgångarna inom Deep Learning 2012, till att genom kameror utvärdera personliga data som ålder, kön eller namn, en teknik som finns 2020 hos flera av de största svenska företagen inom kameraövervakning.

2014 släppte det kinesiska stadsorganet The State Council of China dokumentet *Planning Outline for the Construction of a Social Credit System*. I dokumentet hade ett system framtagits där medborgarna skulle rankas utifrån sina beteenden, kreditvärdighet och utifrån andra sammanlagda siffror vilket gav ett slutligt nummer hur trovärdig medborgaren är, en så kallad *Citizen Score* (Botsman, 2017). Dokumentet uttryckte sitt mål som följande: ”*Its objective is raising the honest mentality and credit levels of the entire society.*” (China Copyright and Media, 2014).

Human Rights Watch (2018) sammanfattade hur systemet är uppbyggt och genom kameror, ansiktsgenkänning, bilregistreringsigenkänning, ID-kontroller och IP-adresssökningar som analyserar medborgarna. Denna information kombineras också med data på biläggande, hälsostatus, familjerelationer, vilka namn som medborgaren ger sina barn, bankdata, polisregister, köpregister, vilka böcker som inhandlats, om ovanligt stora inköp av böcker gjorts, hur mycket mat eller el som inhandlats, om personen är religiös, hur ofta den ber, om den har rest mycket, eller rest till några av systemets utvalda 26 känsliga områden, om de själva eller någon i deras familj har deltagit i politiskt uppror. Från denna data räknar algoritmen ut om personen är en risk för den sociala stabiliteten. Vid en sådan risk skickas en signal för omskolning eller

fängelse av medborgaren. Teamet bakom algoritmen märkte 2017 att många medborgare dök upp som potentiella samhällsfaror utan anledning, vilket byggde endast på att dessa hade ej betalda mobilräkningar eller hade telefonsamtal som innehöll ord som innehöll terrorism eller våldsamheter, något som teamet var tvungna att förbättra (Human Rights Watch, 2018).

Kina har även gjort sig kända för att använda sig av ansiktsigenkänning genom Deep Learning för att sedan skapa "social stabilitet" och särskilt i de västra delarna av landet där befolkningen är av en större minoritetsbefolkning. Regimens plan är att på plats leta efter de så kallade tre onda krafterna: separatism, terrorism och extremism (Human Rights Watch, 2018).

Ansiktsigenkänning används även för att se om personer går över övergångsställen eller smiter in utan att betala på tåg. Om en person skulle bryta mot regeln utvecklas olika sätt att påminna personen. På vissa platser hördes en varning i en mikrofon med namnet på personen, ibland skickas ett sms till personen, eller i centrala Beijing så har ett system testats som sprutar vatten på den skyldige (The Straight Times, 2018). Fler länder än Kina har idag installerat övervakningskameror och har tillgång till ett system som identifierar ålder, kön och identitet hos personen på bilden. Tillgången till personers "personliga" och "biometriska" data är ett område som debatteras över hela världen och beroende på geografisk plats och politik är mer eller mindre acceptabelt inom användningen av framtida stadsplanering och design.

ANSIKTSUTTRYCK, KÄNSLOR OCH PULS

1997 släppte Rosalind Picard den banbrytande boken *Affective Computing* där hon återgav hur hon studerat hur datorer kunde förstå mänskliga ansiktsuttryck och hur bärbara apparater kunde mäta kroppssignaler såsom puls och "skin conductance". Rosalind Ricard märkte att personer med autism blev mer stressade av nya miljöer och vid mobbing fick en enorm pulsökning som påminde om en person som fått stroke (Picard, 1997).

I samma veva gjorde MIT's Wearable Computing Group stora framsteg inom bärbar elektronik, vilket skulle utvecklas drastiskt under hela 1990-talet och utvecklas till smarta klockor eller träningsband, vilket tog Quantified Self rörelsen, om att hålla koll på sina egna världen, utanför det amerikanska universitetet MIT (Bilton, 2012). Fondmäklaren Alex Kirke (2013), blev intresserad av pulsregistreringen och producerade 2013 filmen *Many Worlds*. Det är en film som bytte handling utifrån mätvärden hos filmpubliken, dvs både puls, hjärnvågor och svettningar. Om åskådarna blev för uppspelta byttes scenen till en mindre häftig sådan. Om åskådarna var uttråkade ändrade filmen om handlingen till något mer spännande. Något som skulle kunna användas i planeringen av parker och torg.

Sedan framstegen inom Deep Learning har möjligheterna med ansiktsigenkänning förändrats. 2016 gick Deep Learning förbi en människas träffsäkerhet (97.53%), med en ny artificiell nivå på 98.5%. Tekniken gjorde det även möjligt, inom området som Rosalind Picard varit pionjär, att känna igen sju olika känslor (glad, ledsen, arg, överraskad, lugn, förvirrad och äcklad). Känslöavläsningar kom därefter att börja säljas av

företag som Microsoft och Apple tillsammans med mindre bolag som Kairos och Affectiva och är en växande marknad som förväntas nå 240 miljarder kronor år 2023 (Williamsson-Lee, 2019).

2019 skapade Microsoft med hjälp av Jenny E. Sabin ett byggnadsverk, kallad Ada, som genom Deep Learning reagerade på uppfattade känslouttryck hos personer i närheten och lät arkitekturen förändras därefter (Microsoft, 2019). Från tidigare inhuggna texter, symbolik, bilder, klocktorn och elektroniska skärmar eller byggnaden i sin helhet övergår arkitektur från att inte bara kommunicera enkelriktat, utan även nu svara på känslor, puls, rörelse, identitet eller tal.

FÖREMÅL OCH STÄDER

Redan 2015 hade Deep Learning gått förbi en mänsklig expert på att känna igen föremål på bilder (He, Zhang, Ren & Sun, 2015).

"We're going to map out the entire world of objects."

Fei-Fei Li, skapare av ImageNet (Gershorn, 2017)

När Google lanserade sin tjänst Google Street View 2007 jämförde de det med att "*webcrawla den fysiska världen*", en metod som Googles sökmotor gjorde för att kartlägga internet. 10 år senare hade 80 miljarder bilder samlats in från gator över hela världen (Simonite, 2017). Mycket kunskap gick att utvinna från bilderna. Bara genom att titta på bilmärken på bilderna gick det att förutspå det geografiska områdets demografiska inkomst, könsuppdelning, andel arbetslösa och politisk tillhörighet (Gebru et. al.⁴, 2017).

Den chilenske fysikern Cesar Hidalgo och hans team på MIT skapade år 2014 projektet *Place Pulse*. Av gatubilder byggde gruppen upp olika index för städer. Efter att ha tränat Neural Networks att bedöma bilder, med hjälp av människor tidigare bedömda bilder enligt vissa kriterium, kunde den Artificiella Intelligensen ge städer poäng i hur livfyllda, hur trygga, hur spännande, deprimerande, rika och vackra de uppfattades (Place Pulse, 2017).

Ytterligare en sensationell historisk händelse skedde då den tyske datavetare Sebastian Thuns och hans lag från Stanford, år 2005 vann den amerikanska tävlingen DARPA. Detta var en tävling för självkörande bilar i Nevadas öken med bergspass. Därefter kom hans självkörande bil att bli prototypen för företaget Googles självkörande bilar. Lasrar eller LIDAR-teknik, som de självkörande bilarna använde sig av för att orientera, kom att rasa i pris. Tillsammans med Google la Sebastian Thun fram en enorm vision om en ny framtid där självkörande bilar blev tillgängliga för alla och skulle komma att påverka städernas utformning något oerhört (Sjöfors, 2016). LIDAR-tekniken kunde läsa av sin omgivning och skapa en 3D modell av den. När forskare på

⁴ Gebru, T; Krause, J; Wang, Y; Chen, D; Deng, J; Aiden, E.A & Li, F.F

Oxford släppte en känd rapport om framtidens jobb 2013, ansåg de att kartritare räknas som ett av de mest hotade yrkena, som en följd av den framtida automatisering, enligt *The Future of Employment* (Frey & Osborne, 2013). Samtidigt startade ett krig mellan IT-företag om att vara först med att kartlägga städerna. Flera företag och organisationer som Google, Sidewalk Labs, Waze, Waymo, Tesla, Apple och svenska Mapillary osv blev alla stora deltagare i kartläggningen, både med bil och drönare (Mattern, 2017). Dessa ständigt uppdaterade kartor kan därmed användas inom framtida arbeten inom landskapsarkitektur.

KRITIK MOT INSAMLING AV PERSONLIG DATA

I boken *Amusing Ourselves to Death* jämförde Neil Postman (1985) två framtida framtidsdystopier och kom fram till att i västvärlden är det Aldoux Huxleys framtidsdystopi *Brave New World* som blivit mer verklighet medans i totalitära stater har George Orwells dystopi *1984* blev verkligare. Det betyder att vi i västvärlden ska vara mer rädda för att "underhålla oss till döds" än att vara rädda för att en storebror övervakar oss (Sowin, 2017).

2014 kom Shoshana von Zuboff att popularisera begreppet "Surveillance Capitalism", en kombination av både *1984* och *A Brave New World*, där personlig data kom att kapitaliseras och användas för att styra människors beteende. Samtidigt växte frågor inom den etiska dimensionen och till slut kom en motreaktion. Den 25 maj 2018 togs lagen General Data Protection Regulation i bruk inom Europeiska Unionen. Detta för att reglera den stora mängd personlig data som hade samlats in på personer i Unionens länder, samt för ett införande av riktlinjer för hur företag får använda personlig data till för att som Artikel 3 2b beskriver "*the monitoring of their behaviour*". Lagen GDPR kom därmed att tillföra viktiga definitioner inom området personlig data.

Personlig data:

"means any information relating to an identified or identifiable natural person ('data subject'); an identifiable natural person is one who can be identified, directly or indirectly, in particular by reference to an identifier such as a name, an identification number, location data, an online identifier or to one or more factors specific to the physical, physiological, genetic, mental, economic, cultural or social identity of that natural person". (General Data Protection Regulation, 2019)

Biometrisk data:

"means personal data resulting from specific technical processing relating to the physical, physiological or behavioural characteristics of a natural person, which allow or confirm the unique identification of that natural person, such as facial images or dactyloscopic data". (General Data Protection Regulation, 2019)

Pseudonymisation:

För att företagen utöver lagen GDPR skulle kunna undvika att ha tillgång till denna form av information och samtidigt inte bryta mot lagen blev "pseudonymisation", nödvändigt, ett yttryck som definieras som: "the processing of personal data in such a manner that the personal data can no longer be attributed to a specific data subject without the use of additional information, provided that such additional information is kept separately and is subject to technical and organisational measures to ensure that the personal data are not attributed to an identified or identifiable natural person". (General Data Protection Regulation, 2019)

KRITIK MOT ANSIKTSIGENKÄNNING

Konstnären Adam Harvey i Berlin kom år 2017 att utveckla ett textilmönster som förvirrade Deep Learning att se ett ansikte där det inte fanns ett ansikte. Harvey testade även olika möjligheter att använda smink för att förvirra kameror till att inte se ansikten alls i projektet CV Dazzle (Harvey, 2016). Deep Learning som antogs överträffa människan i bild- och ansiktsigenkänning hade även sina svagheter.

KRITIK MOT KÄNSLOAVLÄSNING

2019 publicerade Jonathan Gratch m.fl en kritik mot den rådande ansiktsigenkänningen. Problemet var inte att AI'n var dålig på att känna igen ansiktsuttryck utan att ansiktsuttryck ofta inte alls beskrev rätt känsla. Vid många tillfällen är en människa som ser glad ut inte alls glad, precis som ett falskt leende en kamera (Williamsson-Lee, 2019).

Precis som vissa känslouttryck kan läsas i poker, kan det likväl vara en bluff. Gratch uttrycker: "People, and also machines, are not particularly good at detecting true feelings from these facial displays," han fortsätter "This facial expression recognition technology is picking up on something — it's just not very well correlated with what people want to use it for. So they're just going to be making errors, and in some cases, those errors cause harm.". Samma problem uppstod med lögndetektorer, som inte alls visade om en person ljög utan om den var uppspelt, vilket fick flera av USAs domstolar att ta bort tekniken 1998 (Williamsson-Lee, 2019).

DATAVÄRDE JÄMTE PERSONLIG DATA

Redan 2008, långt innan GDPR, försökte Brickell och Shmatikov lägga fram en strategi för så att få ut så mycket värde av data som möjligt med så lite användning av personlig data som möjligt (Li & Li, 2009). När landskapsarkitektur som yrke går från att använda sig av statistiska enkäter som Jan Gehl och William H. Whyte mot att använda mängder av digitaliserad data inom beslutsfattande och design, så bör fokuset öka för att göra just denna avvägning, mellan personlig data och värdet på datan. Vilket inte gjorts direkt i tidigare studier på mobildata. Efter införandet av GDPR 2018, blev pseudonymisation nödvändigt för de som använde sig av data. Detta ett steg närmare att kombinera användning av så lite personlig data som möjligt, men så mycket värdefull data som möjligt.

GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORKS



Fig. 7. "DO ANDROIDS DREAM OF ELECTRIC SHEEP?"

(Brandt, 2015)

1968 ställde Philip Dick (1968) frågan "Do Androids Dream of Electric Sheep?" i boken, med samma namn, som sedan blev filmen *Bladerunner*. Den egentliga frågan var: Kan AI tänka kreativt? 2015 skapade Alexander Mordvintsev, Christopher Olah och Mike Tyka (2015) AI-programmet *DeepDream* som skapade drömlika och högst kreativa bilder.

KREATIVITET

"Perhaps imagination is only intelligence having fun."

George Scialabba (Quoteinvestigator, 2017)

På 1950-talet kom J.P Guilford att skilja på två sätt att tänka: *convergent thinking*, där steg togs för att göra logiska slutsatser, och *divergent thinking*, där olika associationer ologiskt kombinerades för att skapa nya idéer. Kreativitet enligt Guilford utgick därmed från att kombinera tidigare icke kombinerade idéer till nya smarta lösningar. En problematik i olika designprocesser är olika mål som hamnar i konflikt, vilket kräver att ta fram flera alternativa lösningar för att sedan väga dessa mot varandra för att uppnå denna komplexa målsättning (Runco, 2004).

GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK (GANs)

2014 gjorde den amerikanske forskaren Ian Goodfellow ett banbrytande framsteg. Han kom att skapa grunden för en ny sorts AI-algoritm, "Generative Adversarial Network", eller förkortat GAN, dvs en algoritm som kunde utföra kreativa arbeten (Giles, 2018).

Goodfellow hade med vänner en kväll på en pub i Montreal diskuterat om hur alla dåvarande algoritmer som skapade bilder skapade oerhört suddiga och konstiga bilder. Senare under kvällen slog en tanke honom. Vad skulle hända om han skulle sammanfoga två stycken Neural Networks dvs ett nätverk som skapade bilderna likt en konstnär och ett som utvärderade bilderna likt en konstkritiker. Båda nätverken skulle driva vartannat framåt likt "en katt och råttas lek". Detta blev ett stort genombrott (Giles, 2018).

Samtidigt skedde en liknande utveckling för Artificiell Intelligens inom företaget DeepMind. Företaget lärde AI att spela spel som Go eller Star Craft II. Algoritmerna gick under ett system kallat Reinforcement Learning, som bestod av först en algoritm som spelade samt till denna en kritisk algoritm som bedömde hur bra spelandet gick och därefter tog bort de sämsta algoritmerna, men korsbefruktade de bästa till en ny generation om och om igen. Det som var det mest häpnadsväckande var att efter 200 år snabbspolat spelande av Starcraft II gick det att se att algoritmen hade kommit fram till taktiker som ingen tidigare känd världsmästare någonsin hade använt, vilket hade gett upphov till en synlig kreativitet inom Artificiell Intelligens (The AlphaStar Team, 2019). 2016 skapades IBM Research filmtrailern till *Cognitive Movie* (Smith, 2016) och artisten Benoît Carré skapade samma år den Beatlesinspirerade låten *Daddys car* genom AI (Goldhill, 2016). Forskningsområden som "Generative Adversarial Network" eller "Reinforced Learning" kom därefter att skapa stort medialt intresse.

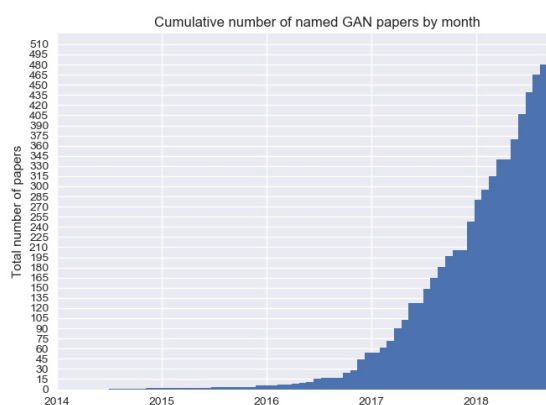


Fig. 8. UPPSATSER OM GENERATIVE ADVERSARIAL NETWORK

Antalet uppsatser inom området GANs har ökat enormt sedan algoritmen tillkom 2014. (Hindupur, 2019)

Ett problem för att skapa vackra bilder var tillräckligt med datorkraft. Genom chiptillverkaren Nvidia kunde tillräcklig datorkraft tillföras för att skapa bilder på kändisar som inte existerade i verkligheten. På hemsidan

Thispersondoesnotexist.com och Thiscatdoesnotexist.com gavs ett bibliotek ut på mängder av genererade bilder på icke existerande kändisar och katter. En möjlighet finns därmed att skapa framtida genererade skalgubbar. Dessa helt utan biometrisk data kopplad till en existerande person.



Fig. 9. GAN-GENERERADE KÄNDISAR

Ingen av personerna existerar i verkligheten (Karras, 2017)

GAN-TRANSFORMATION

2017 publicerade ett arbetslag från Berkley AI Research både kod och en uppsats för den nya algoritmen CycleGAN, en subgrupp av GANs. Genom koden gick det att transformera hästar till zebror, katter till hundar, sommarbilder till vinterbilder och dagsbilder till nattbilder. CycleGANs hanterade dessutom en förändring av bilder från en konstnärlig stil till en annan. Även enklare skisser gick att transformera till en verkliga bilder, eller lågupplösta bilder till högupplösta. (Zhu, Park, Isola & Efros, 2017)

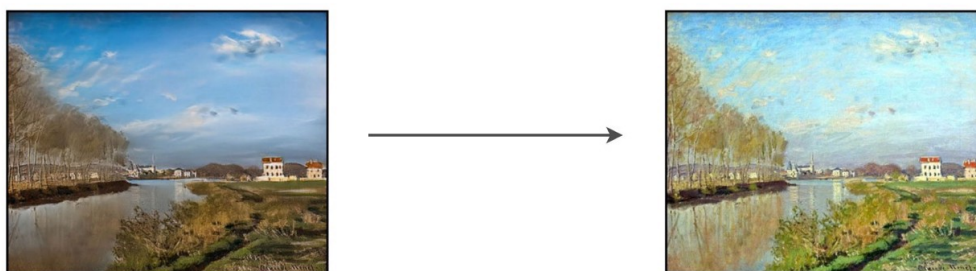


Fig. 10. CYCLEGANs

CycleGANs gav möjligheten att transformera en bild till en bild med en annan stil (Zhu et al., 2017).

2017 kom David Ha och Douglas Eck (2017) från Google att publicera en studie om att få Google att generera skisser genom att mata in en text eller förutspå hur en ofärdig teckning skulle bli färdigställd. Detta är möjligt att vidareutveckla i CAD. Samma år släpptes även flera program, såsom PaintChainer och Deepcolor för att färglägga japanska Mangateckningar utifrån icke färglagda bilder. Samma möjlighet finns framöver även för skisser inom arkitektur.



Fig. 11. PAINTCHAINER (2017)

Automatisk färgläggning genom Artificiell Intelligens - en möjlighet för landskapsskisser (Sjöfors, 2019)

GANISM

Den 21 juni 2017 myntade Francois Chollet ett ny konstnärs-ism på Twitter, kallat GANism, där konstverk skapade genom GANs fick en egen konststil (Caselles-Dupré, 2018). Därefter kom konstnärer som Robbie Barrat, Mario Klingemann, Ahmed Elgammal samt det franska kollektivet Obvious att bli kända inom det nya området, samt hemsidan ArtNome.



Fig. 12. GAN-ism

(Caselles-Dupré, 2018).

Året därpå 2018 kom det franska företaget Obvious att sälja ett av sina GAN-verk för \$432,500, 45 gånger mer än vad som var förväntat, vilket påbörjade en hype för GANismen. Obvious hade med konstverket skapat 11 stycken porträtt av icke-existerande familjemedlemmar, kallade Belamy-Familjen, döpt efter en översättning av efternamnet hos Ian Goodfellow, till franska (Bel Ami). Istället för att signera med sina namn kom konstgruppen att signera med algoritmen bakom konstverket istället (Caselles-Dupré, 2018).



Fig. 13. EDMOND DE BELAMY

$$\min_G \max_D \mathbb{E}_{\mathbf{x} \sim p_{\text{data}}(\mathbf{x})} [\log D(\mathbf{x})] + \mathbb{E}_{\mathbf{z} \sim p_{\mathbf{z}}(\mathbf{z})} [\log (1 - D(G(\mathbf{z})))]$$

(Christies, 2018)

KONSTSTILAR

När du skapar Neural Networks av flera kreatörer och en kritiker skapar du samtidigt ett prestationslandskap, med toppar och dalar utifrån prestation. Där pressar kritikerna kreatörerna till att klättra så högt upp på den närmsta höjden. Dock är vissa höjder högre än andra och snart har vissa algoritmer haft turen att börja sin resa närmare den högsta höjden, medan vissa blev fast på en lägre höjd. Samma problematik ställs GANs inför. Det krävs därmed att hela tiden nya GANs skapas för att leta efter nya höjder utifrån tidigare funna. Likt detta går det därmed att dela upp olika prestationshöjder för GANs till olika prestationer inom olika konstformer baserade på olik semantik, ideologi eller -ism. Därmed krävs det flera förinställda GANs för att fylla behovet inom flera konstformer.



Fig. 14. CycloGANs kreationer med skiftande sematik

(Zhu, et al., 2017)

1979 gav sociologen Pierre Bourdieu ut boken *Distinctions*, som byggde på hans studier under 1960-talet i att försöka kvantifiera ett kulturlandskap genom de två variablerna ekonomiskt kapital och socialt kapital. Denna analys var både subjektiv (socialt kapital) och flyktig med tiden (1960-tal), men bemöttes väl i sin

sociologiska stereotypisering (Bourdieu, 1997). Utöver detta spelar även etnisk symbolik roll. Frågan återstår om det går att kvantifiera prestationslandskap inom konst och kultur för att lättare hantera GANs, men även AI generellt i framtiden.

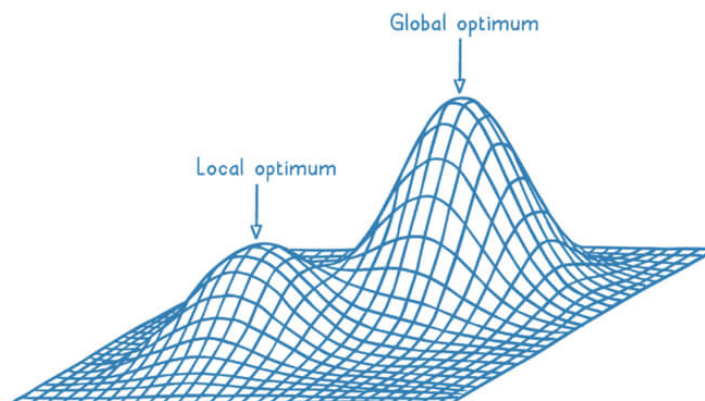


Fig. 15. OPTIMERINGS-LANDSKAP
(Weinberg, McCann, 2019)

LYCKOINDEX

Precis som att konst kan vara till för att förstärka känslor, är glädje en av de sju vanliga känslorna enligt Rosalind Picard (1997). Genom att använda de 5 000 mest vanliga orden i både Google Books, New York Times artiklar, lätttexter och twittermeddelanden kunde Peter Dodds, Chris Danforth m.fl sedan låta 10 000 ord placeras på en skala mellan (1) ledsamt eller (9) lyckligt (Hedonometer, 2013a).

Genom datan kunde de därefter bedöma hur lyckan under några år på Twitter gick upp och ned enligt Twittermeddelanden. Tydliga mönster syntes. På juldagen var lyckan hos Twitter-användare på topp, medan vid Terrorattentat i USA nådde lyckan en bottennivå (Hedonometer, 2013b). På hemsidan Hedonometer rankades även ord utifrån hur lyckliga de ansågs vara.

Fig. 16. LYCKOINDEX, SUBSTANTIV (NR 1-25)

1	regnbåge	10	hjälte	20	miljonär
2	regnbågar	11	sol	21	pris
3	strand	12	fjäril	22	geni
4	solsken	13	himmel (sky)	23	kaka
5	fjärilar	14	familj	24	inkomst
6	paradiset	15	cupcakes	25	hundvalp
7	solljus	17	ängel		

8 choklad

18 diamanter

9 himmel (heaven)

19 kattunge

Vad människor anser mest associerar till lycka (Sjöfors, 2018) från (Hedonometer, 2013c)

Den danskfödde konstnären Olafur Eliasson fick sitt genombrott när han 2003 både representerade Danmark på konstbiennalen i Venedig och ställde ut ett väderinspirerat verk på Tate Modern i London kallat *The Weather Project*. Precis som lyckoindexet hade Olafur Eliasson gjort studier som bakgrund på hur vädret påverkade människor. På Tate Museum utforskade Eliasson hur en artificiell sol upplevdes av besökare. I projekt som *The Blind Passenger* utforskades istället hur konstgjort väder i form av moln, dimma och regn kunde användas som konstverk och i hans verk *Your Rainbow Panorama* användes glasväggar i regnbågsfärger. Regnbåge är ett ord som placerar sig både på plats ett och två i lyckoindexet (Melin, 2012).

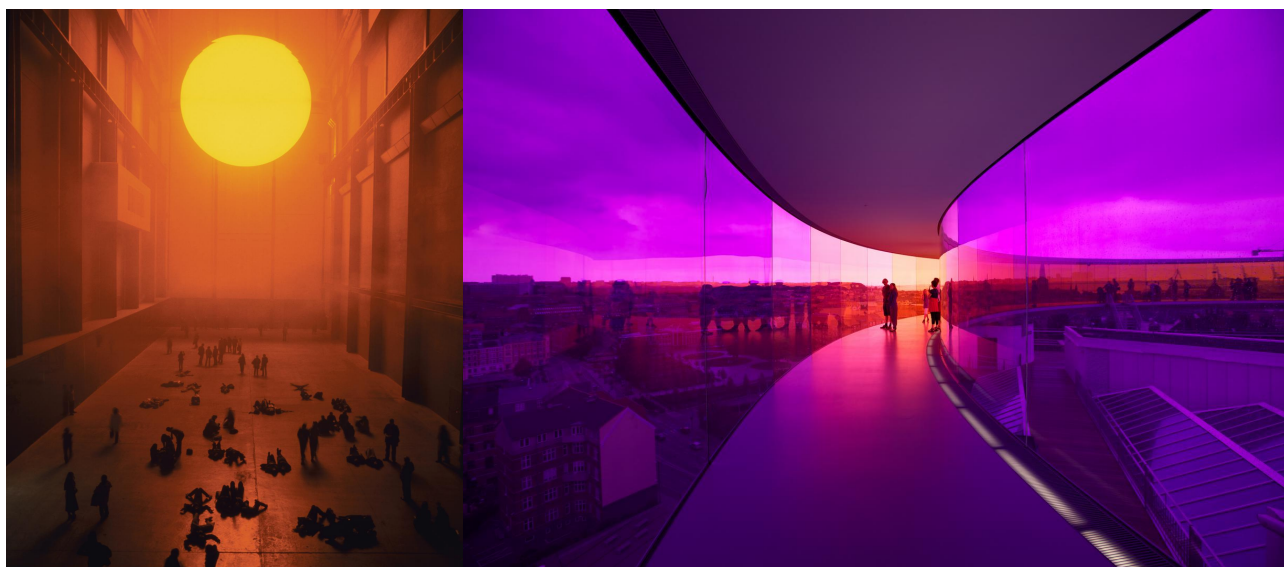


Fig. 17. THE WEATHER PROJECT (2003), YOUR RAINBOW PANORAMA (2011) av Olafur Eliasson

KITSCH

Många ting som rankas högst i lyckoindex, hamnar också i den motbjudande kategorin Kitsch. Ordet tillkom under tjugotalets Tyskland, med massproduktionen, av främst litografier som bakgrund (Merriam Webster, 2018). Definitionen följer: ”*something that appeals to popular or lowbrow taste and is often of poor quality*” (Merriam Webster, 2018).

Litografin *The Widow*, av den tyske konstnären Fredrick Dielman 1861, på en söt katt med en krage runt halsen, exemplifieras som en av de tidiga praktexemplen av just Kitsch.



Fig. 18. THE WINDOW (1861), Fredrick Dielman

Tjugo år efter ordet Kitsch tillkommit skrev konstkritikern Clemens Greenberg essän *Avant Garde och Kitsch* 1939. Avant Garde var något nytt och fascinerande, medan Kitsch saknade både egenskapen av att vara något sensationellt och vara något unikt. Senare studier har visat på hur Greenbergs nymodigheter eller Avant Garde påverkar människor neurobiologiskt. En studie av neurobiologerna Rachlie and Posner visade att en upplevelse av nymodigheter aktiverade frontalloben i hjärnan hos människor (Changeux, 2010). Användningen av nymodigheter var något som modeindustrin sedan länge använt sig av.

TREND ELLER MOMENTUM

Ordet trend härstammar från aktiemarknaden. År 1993 skrev Jagadeesh och Titman en studie om hur det gick att se hur trender höll i sig på aktiemarknaden. De kallade detta fenomen för *momentum*. I studien visar de båda på att de aktier som har ökat mest de senaste 3-12 månaderna oftast fortsätter att öka, likt ihållande modetrender (Jagadeesh & Titman, 1993). Det finns därmed ett värde i att "rida vågen". Detta i enlighet med modeskaparen Charles Worth under 1800-talets London, fadern till haute couture, som tog vara på trenderna de senaste sex månaderna inom modevärlden för att sedan omvärdera vad som är inne och ute (Shaeffer, 2001). Fenomenet återspeglade något av en djupare mänsklig natur.

Inom modevärlden har nya företag dykt upp som förutspår vart modet är på väg. Företag som tex. WGSN och Edited är två av världens främsta. Med ett AI-system följer trendföretagen internet och ger en trendanalys och tar därefter även fram färdiga produkter för att bemöta det skiftande modet. Eftersom många modeföretag kommit att prenumerera på samma rapport klagade tidningen The Fashion Law på att modet riskerade bli uniformt hos många modehus (The Fashion Law, 2019). Trender riskerade genom användning av AI och massproduktion att förlora sin sensation och unikheter. Med tiden kan ett likande trendspaningssystem utvecklas för landskapsarkitekturen.

VÄRDE OCH MOMENTUM KOMBINERAT

Precis som uppdelningen av Värde och Momentum inom finansvärlden kom den kända AI utvecklaren Jurgen Schmidhuber att dela upp estetik i två grupper: vad som är vackert och vad som är intressant.

(Schmidhuber, 2009) I boken *Hit Makers* skriver Derek Thompson (2017) om hur människan i studier gärna vill ha något som är nytt, men samtidigt igenkänningsbart. 2014 gjordes en studie av ett forskarlag på Harvard om hur stor del något nytt och intressant har för det totala värdet. Genom studien kom de fram till en kurva om hur konservativ människan var i sitt sökande. Tidigare idéer återspeglar hur framtida modeller för att utvärdera prestationen hos GANs innehåller både Bourdieus socioekonomiska uppdelningar, samt en kombination av ett direkt värde och momentum, utan att sedan massproduceras av flera företag.

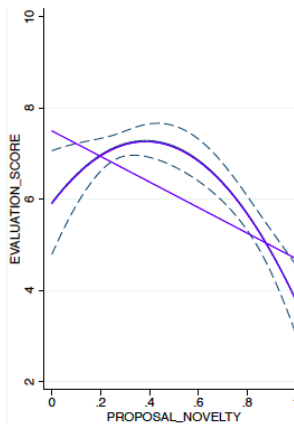


Fig. 19. UPPLEVELSEVÄRDERING JÄMTE HUR NYTT OCH INTRESSANT DET UPPLEVDES

Den vänstra axeln visar hur bra produkten uppfattades. Den nedre axeln visar hur nytänkande produkten var. Resultatet var att den optimala punkten för hur mycket som människor förväntade sig skulle vara nytt och intressant låg på runt omkring 40% nytänkande, för att uppskattas mest.

(Boudreau et. al., 2016).

GAUGAN

Precis som tidigare berättats gick det med CycleGANs att skapa bilder utifrån enkla skisser. Chiptillverkaren Nvidia kom att skapa programmet GauGAN efter den post-impressionistiske konstnären Paul Gauguin. Genom den gick det att skapa verkliga bilder av enkla målade skisser tillgängligt på hemsidan <http://nvidia-research-mingyuliu.com/gaugan/> (Salian, 2019a). Redan första månaden skapades 500 000 bilder genom tjänsten. Konstnären Colie Wertz bilder från Star Wars skapade genom GauGAN har kommit att bli kända genom twitterpublikationer (Salian, 2019b).

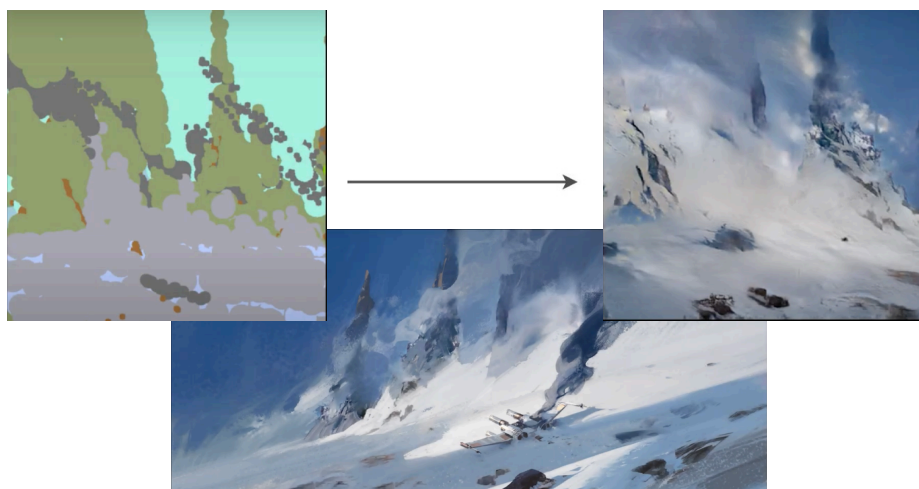


Fig. 20. GauGAN design for Star Wars, Jama Jurabaev

(Salian, 2019b)

PROBLEMATIK MED GANs

GANs är inte helt fullständig teknik 2019

Efter egen upplevelse av genererade bilder finns det en problematik att den kan skapa bilder där personer eller symboler kan tolkas på annorlunda sätt än vad AI:n avser. Vid uppvisning av material var det tydligt att bilderna tolkades politiskt fastän de inte var skapta i detta syfte. En stor del av symboliken i bilderna används fortfarande av människor för att skilja på ”vi” och ”dem” i en form av grupptillhörighet, vilket kräver av AI:n att veta den tänkta målgruppen. Fortfarande har inte kvalitén uppnått samma kvalité som Photoshop skapade bilder. Konstverken skapade genom CycloGAN är fortfarande i stil med den engelske konstnären Francis Bacons bilder och samma kvalitetsfråga gäller fortfarande bilder skapade i GauGAN. Klädföretaget Zalando, kom i ett projekt att skapa modeplagg och modellbilder genom GANs, vilket gav resultat, men inte den höga kvalitén som behövdes för att släppa bilder publikt i reklamsyfte. Detta kräver fortfarande bättre algoritmer och bättre chip från företag som Nvidia (Zalando Research, 2018).



Fig. 21. EGEN GENERERAD BILD MED MÅLAD STIL GENOM CycloGAN (Sjöfors, 2017)

GENERATIVE DESIGN

När engelsmannen Allan Turing utvecklade den första moderna dator under det andra världskriget, var det i syfte att påskynda tiden för att knäcka tyska koder, ett arbete som tidigare hade gjort av en stor grupp anställda. När tyskarna istället började byta kod en gång i månaden, blev det omöjligt för människor att bryta koden i tid. Vad som gjorde datorn till en början en nödvändighet för människan var att den gjorde beräkningar snabbare än en människa. Bland de första stora framstegen inom generativ design skedde just inom att producera ett konstverk som annars skulle tagit flera år för en människa att rita. Ben Fry gjorde ett genererat konstverk av alla 26 miljoner vägar i USA, 2007, kallat *All Streets*, ett verk som skulle tagit upp mot hundra år att rita för hand (Bailey, 2020).

Sedan dess har Generativ Design gått vidare från en form av enkel Artificiell Intelligens till istället en form av Machine Learning som testar flera olika möjligheter och sedan låta dessa utvärderas. Yury Vetrov (2017) beskriver Generative Design som:

1. An algorithm generates many variations of a design using predefined rules and patterns.
2. The results are filtered based on design quality and task requirements.
3. Designers choose the most interesting and adequate variations, polishing them if needed.

2016 höll designern och futuristen Maurice Conti ett TedEx tal om Generative Design, där han tog upp Projektet Dreamcatcher. Genom att generera massor av möjliga alternativ i AutoCAD och för att sedan låta en algoritm välja de som var mest optimerade efter ett mål kunde de ta fram drönare, cykeldelar och bildelar med minsta tyngd och samtidigt största hållbarhet. Den framtagna strukturen visade sig påminna om organiska skelett framtagna av den biologiska evolutionen (Conti, 2016).



Fig. 22. ELBO CHAIR, tillverkad i Project Dreamcatcher

"Dreamcatcher's solution has 18% less volume and decreases the max displacement by 90.4% as well as decreases the max von mises stress by 78.6%." (Autodesk, 2016).

Bastian Schaefer innovationsmanager på Airbus i Tyskland, kom att applicera samma metod på flygplansdelar, där målsättningen var att skapa ett lättare, men samtidigt tåligare flygplansskelett för en minskad bränsleförbrukning (Autodesk Research, 2018). Algoritmen lyckades med hela 50% viktreduktion och 10% starkare. Detta kombinerat med 3D-printing gjorde det enklare att tillverka dessa generativa organiska strukturer (Walmsley & Villaggi, 2019).

GENERATIVE DESIGN INOM ARKITEKTUR

Företaget Autodesk kom att testa metoden inom storskalig arkitektur istället. Genom att använda sig av Generative Design till att designa deras nya kontor i Toronto. Detta genom det nyproducerade arbetsverktyget Project Discovery. Inom företaget intervjuades 250 anställda för att veta vilka parametrar som var viktiga vid design av en lokal. Ur dessa intervjuer skapades 6 stycken parametrar (Walmsley & Villaggi, 2019).

Sex parametrar för kontorsytor:

1. Arbetspreferenser
2. Närhet till kollegor
3. Dagsljus
4. Buller
5. Minskad distraktion
6. Rörelse



Fig. 23. AUTODESKS GENERERADE KONTOR I TORONTO

Bilden visar hur dessa sex parametrar räkades ut. för mer information län originaltexten (Walmsley, K., Villaggi, L. 2019)

Genom att låta den Artificiella Intelligensten testa mer än 10 000 möjliga förslag (mer än möjligt för en människa,) gick det därefter att jämföra dessa förslag med en målsättning gjord på dessa 6 parametrar och därmed få fram ett kontor. En av de okonventionella lösningar som systemet tog fram var att rikta belysningen åt platser med hög aktivitet, en oerhört kreativ lösning. Tyske Van Wijnen som var med i projektet uttryckte arbetsmetoden för genererade designytor med likande tre punkter (Walmsley & Villaggi, 2019):

1. *Generate a wide design space of possible solutions through a bespoke geometry system.*
2. *Evaluate each solution through measurable goals.*
3. *Evolve generations of designs through evolutionary computation (Walmsley & Villaggi, 2019).*

Samma koncept av Generativ Design tillämpade Van Wijen sedan på utomhusytor 2017. För detta skapade han sju stycken mål att designa efter (Walmsley & Villaggi, 2019):

Sju parametrar för bostadsplanering:

1. Solljus
2. Utsikt
3. Variation
4. Storlek på bakgård
5. Kostnad
6. Vinst
7. Programmering

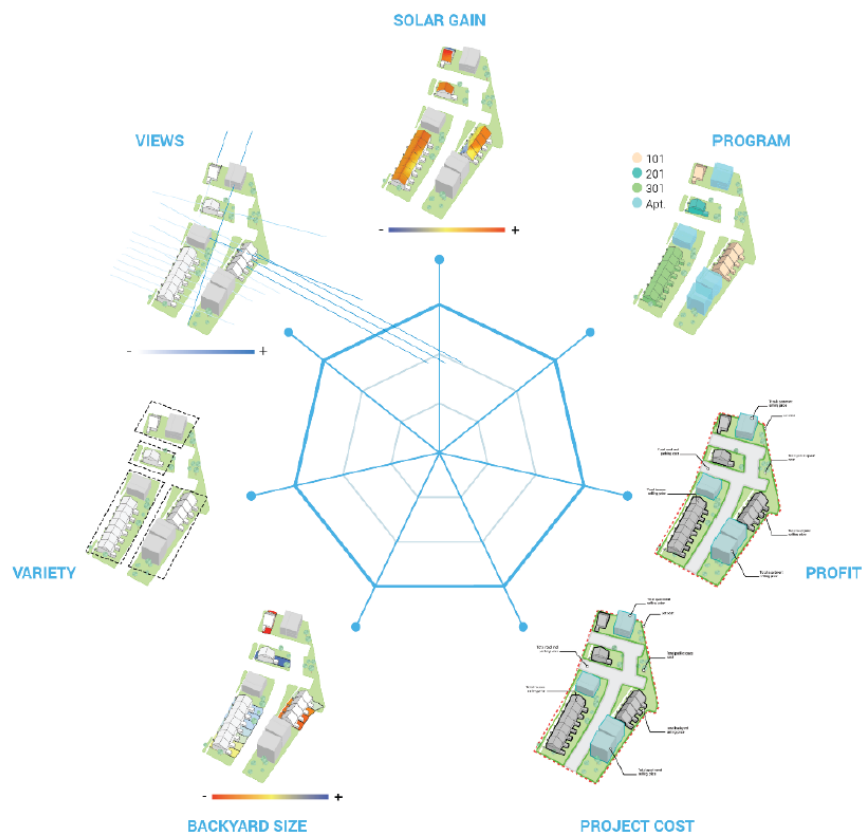


Fig. 24. GENERATIV BOSTADSPLANERING

De följande sex parametrarna som användes för att generera en design (Walmsley, K., Villaggi, L. 2019)

För detta arbete utvecklades två produkter av Autodesk: Dynamo och Refinery (Walmsley, K., Villaggi, L. 2019).

SPACEMAKER

Det norska företaget Spacemaker startade 2016. Bland 106 anställda är 10 stycken arkitekter, 1 stadsplanerare, 1 byggnadsingenjör varav resten kommer från en bakgrund inom data och matematik (2019). Inom två av Spacemakers projekt minskade de arbetstiden med 3 månader upp till 1 år genom Generativ Design. I ett annat projekt lyckades Spacemaker optimera följande parametrar (Spacemaker, 2019):

- +20% Sikt
- -70-80% Bostadsytor med buller över utsatta nivåer
- 10% Utomhusyta

Fortfarande finns det ingen studie på hur mycket tid och kostnad som besparas. Detta skulle behöva 30 till 40 fall för att ge signifikanta värden. Samtidigt råder samma problematik som modeller på forumet [kaggle.com](https://www.kaggle.com). Efter att den Artificiella Intelligensen har blivit automatiserad, enligt Randal Olsen (2018), så är den yrkesrelaterade kunskapen bakom valet av parametrar det som skiljer högpresterande Artificiell Intelligens från medioker sådan. Företaget Spacemaker använder fortfarande inga parametrar tagna ur landskapsarkitekturen.

GENERATIVE DESIGN INOM LANDSKAPSARKITEKTUR

Till yrket landskapsarkitektur går det därmed att ta med sig att valet av parametrar är den viktigaste delen, då företag som Spacemaker 2019 ej fokuserar på ytorna mellan husen, så krävs det för landskapsarkitekter att hitta rätt parametrar att fylla Data Scientists avsaknad av kunskap. Redan så används en hel del mätbara värden i landskapsarkitektur såsom William Whytes (1980) "sitability", Space syntax (Hillier, 1999) eller "walkability" (Pivo & Fischer, 2011) vilket kan mycket möjligt lägga grunden för en modell som slutligen skulle kunna innehålla även växtval och materialval.

PROBLEMATIK MED GENERATIVE DESIGN

Mål inom stadsplanering och arkitektur bedöms inte efter ett värde, utan efter ett komplext samspel mellan flera mål och värden. En värderos är därmed ett försök till att lösa komplexiteten, dock innehåller den nackdelar som Boverket skriver (Boverket, 2019):

- Värderosen är baserad på mer eller mindre subjektiva bedömningar.
- Det framgår inte av själva värderosen på vilket sätt värderingen bakom har gjorts.
- Värderosen är inte särskilt exakt.

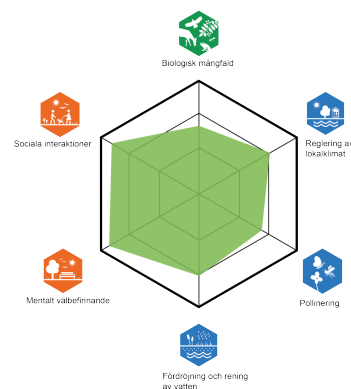


Fig. 25. VÄRDEROS

Subjektiva och politiska värden som kan matas in i en modell (Boverket, 2019)

ATT FÖRUTSPÅ FRAMTIDEN

“History never repeats itself but it rhymes”

Tillskrivs Mark Twain (Quoteinvestigator, 2014)

Som Batty (2018b) skriver väntar sig ett av arkitektens redskap GIS att ställas inför ett vägval, antingen utveckla GIS för att hantera den nya tekniken inom Artificiell Intelligens, sensorer och API-tjänster, eller låta andra program, (t.ex. python, JupyterNotebook, scikit-learn, tensor-flow, geopandas, Tableau) hantera de nya områdena.

Omar Maher (2017) visade 2018 hur Esri försökt föra GIS, Python och Artificiell Intelligens samman och kunde därmed visa hur han skapade en modell som kunde förutspå var trafikolyckor skedde i Utah. Detta är ett steg närmare evidensbaserad design vilket ställer nya krav på landskapsarkitekter att också lära sig hur både Python, JupyterNotebook, scikit-learn, tensor-flow, och geopandas fungerar för att sedan kunna implementera Artificiell Intelligens. För att förstå vart vi är påväg krävs det att titta tillbaka.

MATEMATISKA MODELLER

Motiverad av de största religiösa och filosofiska frågorna kom under 1700-talet den engelska prosten Thomas Bayes (1702-1761) att i en fördold religionskritik publicera en banbrytande matematisk formel, Bayes Sats (Bayes, 1763). Satsen i sig förklarade "den betingade sannolikheten att något sker, detta enligt tidigare kunskap om de sannolika utfallen givet ett annat utfall.", en sats som hjälpte till att förutspå framtiden.

Bayes Sats var häpnadsväckande genom att metodiskt förstå framtiden genom matematisk sannolikhet istället för att följa årstiderna eller förlita sig på gudstro. I boken *On Intelligence* skriver Jeff Hawkins och Sandra Blakeslee (2004) om att den mänskliga hjärnan fungerar precis som Bayes Sats. Att genom tidigare upplevelser, förutspå framtida händelser för att sedan agera på dessa (Hawkins & Blakeslee, 2004).

I den nyfödda västerländska ateistiska världen, där som den tyske filosofen Nietzsche (1883) uttryckte "Gud är död" hade statistik och sannolikhet fått en växande roll. Både casinon, försäkringssystemet, finansverksamheten och aktiehandeln var industrier som byggdes på statistik och sannolikhetsteorier och där vinnarna i ett nollsummespel var de som bäst kunde förutspå framtiden och agera utefter resultatet (Ferguson, 2008). Efter Bayes sats kom fler metoder att utvecklas och fältet som senare kom sedan till att utvecklas till området Machine Learning (algoritmer som kunde lära sig av historien för att veta vad som händer närmast, eller hur datorn skulle agera närmast) kom att få följande grundläggande uppdelningar:

Regression hittar generella mönster i datan, vilka den använder för att förutspå framtida data.

Klassifikation delar upp data i olika fält utifrån tidigare kända uppdelningar och klassificerar ny data precis som Carl von Linne gjorde inom växt- och djurriket, detta genom att hitta liknelser inom gruppen.

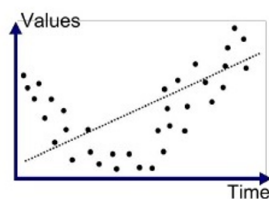
Klusteranalys gör den om det inte finns någon tidigare klassificering, därmed klassificerar den utifrån synliga kluster utan att namnge klusterna.

Supervised Learning betyder att modellen får hjälp genom att datan tidigare är indelad i kluster eller är namngiven.

Unsupervised Learning betyder att modellen får in sifferdata som den får begripa på egen hand utan någon form av klassifiering.

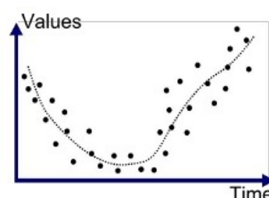
Underfitting, Fit Overfitting

Tre till termer är nödvändiga för att förstå under vilka förutsättningar alla mönster utifrån data följer:



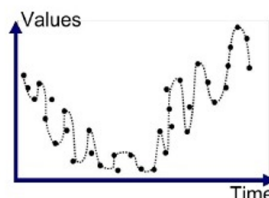
Underfitted

Hög bias eller hög ignorans av datan, linjen löper övergeneraliserande över datan. En grov förenkling av datan.



Fit

Varken för hög bias eller för hög varians



Overfitted

Hög varians eller ett överberoende av originaldatan i modellen, vilket gör modellen mer oflexibel för nya situationer.

Fig. 26. UNDERFITTED/FIT/OVERFITTED

(Koehrsen, 2018)

Genom tillväxten av internetplattformar under 2000-talet kom datan, som kunde matas in i dessa algoritmer, att öka i mängd. När filmföretaget Netflix skulle 2006 utveckla en algoritm för att förutspå vilka filmer en

användare skulle vilja se härnäst använde de sig av en tävling där tävlingsdeltagare kunde testa olika regressionsmetoder mot varandra. Från att Netflix använde sig först av Bayes Sats kom nyare metoder att visa sig att prestera bättre inom tävlingen (Bennett & Lanning, 2007). Efter tävlingens framgångar kom fler tävlingar på internetforum såsom [kaggle.com](https://www.kaggle.com) att dyka upp där sedan både dataset och tävlingsresultat publicerades.

Denna nya grupp som hanterade dessa algoritmer och tillhörande datamängder, kom att få yrkesnamnet Data Scientists, vilket 2011 utnämndes i sin linda till det ”*Sexigaste yrket under det kommande 2000-talet*” enligt Harvard Business Review. Data Scientists som härstammade från yrkesgruppen statistiker hade sedan tidigare börjat att bryta sig ut ur statistikyrket med persondatorns intåg under 1980-talet. Dessa algoritmer som automatiserades på datorn kom att klassificeras som Machine Learning, där datorer genom regression och klassificering kunde lära sig förstå sin omvärld. Leo Breiman (2001b) skrev en känd skrift om att yrkesgruppen Data Scientist skilde sig mot statistiker genom att behandla dessa algoritmerna som "Black Boxes", eller lådor där man inte såg innehållet. Istället för att fokusera på vilken data man matade in och fick ut, fokuserade man sig på att mata in data med hög kvalitet och välja rätt algoritm.

Hur regressionen sedan presterade kom till största del inte utifrån vilken algoritm som valdes utan utav mängden data som användes. 2009 hade Peter Norvig m.fl. i ”*The Unreasonable Effectiveness of Data*” (Norvig, Halevy & Pereira, 2009) visat att mängden på data som till algoritmen användes spelade större roll än vilken algoritm som användes, vilket samtidigt gynnade stora datagenererande företag. Som tidigare nämnts myntades uttrycket ”*Data is the new oil*” (Rotella, 2012) därefter vilket beskrev värdet i Big Data-företag som Facebook, Amazon, Alibaba, Netflix och Google.

Genom den nya tillgången av stora mängder data, Big Data, kom även intresset för att förutspå framtiden populärvetenskapligt att få ett uppsving under 2000-talet med böcker som *Moneyball* 2003 av Michael Lewis, *Expert Political Judgment*, 2006 och *Superforecasting*, 2015, av statsvetaren Philip Tetlock samt *The Signal and the Noise*, 2013, av statistikern Nate Silver. Den sistnämnde hade sedan innan blivit känd genom att försöka förutspå det amerikanska presidentvalet varpå han då han publicerade på sin nyhetssida <https://fivethirtyeight.com>, med nyheter som var helt baserade på statistik och breddades därefter till att innefatta fler områden med nyhetsvärde.

FEATURE ENGINEERING

En välkänd praktisk måttstock för Data Scientist var att arbetet med datan tog 80% av arbetstiden. Att testa olika algoritmer tog bara 20% av arbetet. (Ruiz, 2017) Arbetet med att välja algoritmer har med tiden blivit mer automatiserat. Enligt Randal Olsen (2018) är de som placerar sig på toppen inom tävlingarna på [kaggle.com](https://www.kaggle.com) de som har tidigare kunskap inom specialområdet och de bästa algoritmerna tar oss inte hela vägen.

80% av tiden räknades som arbete med data som kunde innehålla element som att rensa oanvändbar och alltför avvikande data, skala sifferdatan så att den passar algoritmerna bättre, göra om namn till siffror för att det ska fungera för att göra regressioner som kräver siffror, samt ta bort parametrar som är en kopia som korrelerar för mycket med (är för lik) en annan parameter eller spelar för liten roll inom algoritmens senare beslut (Géron, 2017).

HYPERPARAMETERS

Ett av de första stegen att bestämma Machine Learning-algoritm, precis som i Netflix-tävlingen att testa är att testa majoriteten av dessa algoritmer för att hitta den mest optimala. Dock räcker inte detta, algoritmerna har också olika parametrar, kallade hyperparameters som måste optimeras också (Géron, 2017).

ENSEMBLE LEARNING

Därefter kan en ensemble göras. Detta betyder att de bästa presterade algoritmerna efter inställda hyperparameters, kombineras i en ny kombination, eller ensemble, vilket kan ge ett ännu bättre resultat. (Géron, 2017) Detta kräver slutligen en hel del optimering och beräkningstid för att hitta den bästa optimala algoritmen.

AUTOMATISERAD MACHINE LEARNING

Denna process av att både välja algoritmer och ställa in *hyperparameters* och göra en *ensemble* har kommit allt mer att automatiseras. Detta är ett nytt område som har kommit att kallas Automatiserad Machine Learning, eller AutoML.

[Typer av verktyg för Automatiserad Machine Learning:](#)

[AutoSklearn](#)

[AutoML](#)

[T-Pot](#)

[H2O AutoML](#)

[Ludwig \(DeepLearning\)](#)

[EfficientNet \(DeepLearning\)](#)

Fyra av dessa system jämfördes i en studie av Balaji och Allen (2018). Dessa var: *auto_ml*, *auto-sklearn*, *TPOT*, och *H2O*. Inom Klassifikation kom *auto-sklearn* ut som vinnare. Inom Regression kom *TPOT* ut som vinnare. Problemet med dessa är att processen kan ta en hel dag på en vanlig dator vilket kräver bättre processorer eller parallelisering (där arbetet sprids ut jämt och effektivt över flera chip, cores i GPU-chip eller flera datorer, så att all datorkraft möjligt används). Vad som blivit mer populärt är att hyra datorkraft och göra beräkningar på en server genom olika tjänster.

ELEFANTEN OCH DE SEX BLINDA MÄNNEN

I en av de äldre buddistiska texterna, Usama, berättas den kända historien om elefanten och de sex blinda männen (Snyder & Ford, 1987).

"Six blind men approach an elephant in order to learn more about it. The first man touches the side of the elephant, and concludes that an elephant is like a wall. The second man feels the tusk, and deduces that the elephant is like a spear. A third man grabs the squirming trunk, and resolves that the elephant is like a snake. The fourth man reaches out and pats the huge leg, thereby determining that the elephant is like a tree. The fifth man touches the ear, and thus infers that the elephant is like a fan. Finally the sixth man seizes the swinging tail, and judges an elephant to be like a rope. And, so the story goes, each man vehemently argued for the truth of his perception." (Snyder & Ford, 1987)

Historien återger hur sex stycken blinda upplever en elefant. Problemet ligger i att ingen av beskrivningarna återger fullständigt vad en elefant är, men genom att kombinera dessa berättelser kommer man ett steg närmare sanningen. Det krävs en effektiv arbetssystematik och ett samarbete för att lättare hitta ett dolt mönster som inte annars är synligt. I boken *Superforecasting* berättar Philip Tetlock (2016) om en 20 årig studie som går ut på att förutspå framtiden (regression). Efter denna studie kom Tetlock att separera de 2% deltagare som lyckades förutspå framtiden bäst och placerade dessa i en egen grupp som han kallade för "Superforecasters". Hos dessa gick det att urskilja fyra parametrar:

1. De är öppna till att byta åsikt, konstant och i små delar.
2. De arbetar i lag.
3. De ger verkliga svar och inte vagt definierade sådana.
4. De har en bakgrund inom ett specifikt område och tillskrivs mätbart en högre IQ.

Enligt studier av arbetsgrupper kom Tom Rodgers (2019) fram till att fem gruppmedlemmar var den mest produktiva arbetsgruppen utifrån antalet nödvändig kommunikation mellan gruppmedlemmar. Samtidigt visade också Big-data studier på vetenskapliga tidskrifter att grupper mellan 5 och 8 deltagare presterade bäst i att ta fram nya forskningsresultat (Wu, Wang & Evans, 2019).

PROBLEMATIK HOS AI-MODELLER

För lite data

Precis som Peter Norvig utvecklar i "*The Unreasonable Effectiveness of Data*" (Norvig et. al, 2009), att om mängden data till algoritmen inte är tillräcklig, kan inte AI'n undkomma att prestera dåligt. Om yrkesområdet inte har tillräckligt med insamlad data riskerar det därmed att inte automatiseras.

Dålig data

Dålig data in i modellen, ger dåligt resultat och mer känt som "garbage in, garbage out".

Oförutsägbara händelser

Eftersom Artificiell Intelligens är byggd på tidigare historisk data om vad som fungerat är modellen helt oförberedd på händelser som aldrig registrerats tidigare. Dessa händelser som aldrig tidigare registrerats brukar kallas "Black Swans" efter Karl Popper (1959) eller "Unknown Unknowns" enligt Donald Rumsfelds kända tal (U.S Department of Defense, 2002). Likt människan är Artificiell Intelligens lika skör mot oväntade händelser.

Halveringstid för kunskap och modeller

I boken *The Half Life of Facts* skrev Sam Arbesman (2012) om hur fakta halveras i sanning med tiden. Detta i likhet med hur radioaktiva atomer faller samman i en förutsägbar hastighet så går det att räkna ut i vilken hastighet sanningen i kunskap halveras. Enligt Poynard et. al⁵ (2002) tog det 45 år för kunskap inom det medicinska området cirrhosis och hepatitis att halveras i sanning. Inom psykologi halverades sanningen i kunskapen generellt efter 7 års tid och därefter spelade hälften av den tidigare utbildning ingen roll längre (Neimeyer et. al, 2016).

Nassim Taleb (2018) skrev om fenomenet som "*The Lindy-effekten*". En effekt som påstår att ju längre kunskap överlever, desto större värde finns det i att studera den, eftersom den är mer robust mot förändringar. Om därmed generell kunskap ständigt halveras, bör kunskap som överlever den generella halveringstakten därefter tillskrivas en kontinuerligt ökande robusthet. Modeller inom Artificiell Intelligens skapad utifrån rådande kunskap bör därmed tillskrivas en halveringstid och hur robust modellen anses vara.

Robusthet

Mått för robusthet⁶ i modeller återfinns inom området finans. Enligt en studie av Hsu, Kalesnik och Viswanathan (2015) går det att bedöma robusthet utifrån tre mått, vilka skulle kunna användas inom områden utanför ekonomi:

"1. it has been sufficiently explored in peer-reviewed publications,

⁵ Poynard T, Munteanu M, Ratziu V, Benhamou, Y; Di Martino, V; Taib, J & Opolon, P.

⁶ För mer om detta i *Chaos and Order in the Capital Markets* (1996) av Edger Peters och *Robustness* (2016) av Lars Peter Hansen

2. its statistical significance remains robust to variations in time period and geography, and
 3. its statistical significance remains robust to reasonable perturbations in definitions.”
- (Viswanathan, 2015)

Dessa ger en möjlighet för att AI-modeller att ge ett mer stabilt resultat i det långa loppet, vilket möjliggör en bättre arkitektur och stadsplanering genom Artificiell Intelligens. Detta kräver att om en modell för att skapa landskapsarkitektur genom Machine Learning, bör parametrarna helst finnas i akademiska publikationer. De ska också ha visat positivt resultat inom området landskapsarkitektur utspritt över en längre tid och med olik geografi. Samtidigt visar parametern på statistisk signifikans eller ett inom statistiken kallat p-värde lägre än 5%.

Arbetsgrupper

Enligt idéer av både Philip Tetlock (2016), Randal Olsen (2018) skulle en arbetsgrupp med olika bakgrunder, med högre IQ, öppenhet inför nya idéer, med en vetenskaplig arbetsmetod och en tillgång till kvalitativ data samt Automatiserad Machine Learning, ha en av de bästa förutsättningarna för att utveckla en högpresterande modell för Artificiell Intelligens och konkurrera starkt med andra arkitekter .

TIDIGARE STILAR INOM ARKITEKTUREN OCH NYA

MINIMALISM INOM MODERNISMEN

Uttrycket ”Less is more” populariserades av arkitekten Mies van der Rohe (1886-1969). Begreppet som beskrev vikten att skala ned till det mest essentiella och viktigaste (Phaidon, 2019), något som den engelske munken Ockham redan föresråkat på 1300-talet (Stanford, 2019a).

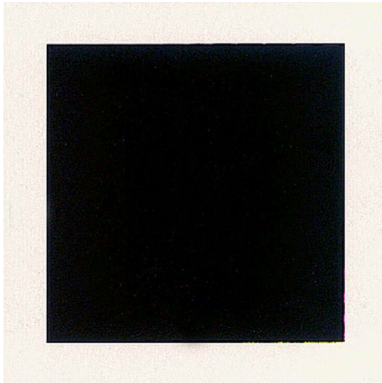


Fig. 27. MALECVICH SVARTA FYRKANT

(Sjöfors, 2019)

Mies van der Rohes inspiration kom ursprungligen ifrån den ryske konstnären Kazimir Malevich, som sedan 1913 hade upprepat målat en svart kvadrat på en vit målarduk. En målning som han spirituellt värderade lika högt som sina ryska ikonmålning. Malevich fångade tidens anda genom att hänvisa till den enklaste beståndsdel i tidsrymdens rutnät (Yimaz, 2014). Samtidigt lanserade Albert Einstein sin generella relativitetsteori om hur universum kunde beskrivas med endast en enda simpel formel $E * m = c^2$ och samtidigt slå håll på Newtons idé. Ur denna tanke om att världen gick att beskrivas så enkelt smittade den västerländska idén om minimalismen av sig på konsten dvs att världen gick att förenkla till något oerhört enkelt.

Precis som Malevich svarta kvadrat inom konstvärlden, fick minimalismen uttryck i arkitekturen genom Mies van der Rohes *Barcelona Pavilion* 1929, inom stadsplaneringen genom Corbusiers *Radiant City* (1930), inom musiken genom konstnären Yves Klein's *Monotone Symphony* (1947-48) som bara använde sig av en ton och i litteraturen genom den amerikanske författaren Ernest Hemingway eller Aram Saroyans minimalistiska dikt ”*Lighgt*” (Saroyan, 1968).

Samtidigt som minimalismen växte inom konstvärlden, ökade intresset för de minsta beståndsdelarna i tidsrymden. Shakespeares Hamlet rörde vid det i sitt kända citat: ”*Att vara eller inte vara?*” (Shakespeare, 1603). Den minsta logiska beståndsdel i tidsrymden hade precis som Hamlet uttryckte endast två tillstånd något som den tyske filosofen Leibniz hade redan förespråkat på 1600-talet. Den brittiske matematikern Boole (1815-1864) kom därefter att ge dessa två tillstånd enkla symboler, en etta eller nolla (Boole, 1854). Den

amerikanska ingenjören Claude Shannon kom 1948 att sedan använda Booles teori för att utveckla informationsteorin bakom datorer. Han märkte att om han använde ettor och nollor, precis som Morse-kod, för att bygga upp längre strukturer, kom vissa strukturer som var lika långa att innehålla mer information och vissa mindre även om de använde lika många symboler. Detta var en otroligt banbrytande upptäckt (Gleick, 2012). Vid en studie av följande strängar, en mer kaotisk än den andra:

00000000000000001111111111111111 (Ordning med en låg komplexitet)

11110101010101101010100110011100 (Kaos eller hög komplexitet)

Den första raden går det att hitta ordning i, eller ett återupprepat mönster, vilket gör att raden går att omformulera som en ekvation. Genom att kunna beskriva informationen genom en ekvation, går det att beskriva något mycket större med mindre information, därmed enligt Shannon innehåller även raden ett mindre informationsmängd (Gleick, 2012). Andrej Kolmogorov kom sedan att uttrycka ett mått för hur komplext (mycket information) något hade genom Kolmogorovkomplexiteten (1969). Den högsta komplexiteten återfanns i helt slumpmässiga tal som inte alls gick att förenkla till upprepningar, regler eller algoritmer. En fascination för fullständigt oförutsägbart och komplexitet kom därmed att öka (Galanter, 2003).

KOMPLEXITET OCH VARIATION INOM POSTMODERNISMEN

Innan Shannon lanserade sin teori målade den amerikanske konstnären Jackson Pollock tavlor genom att skvätta med färg vilket följde slumpmässiga principer, en teknik som kallades ”action painting”. Det gick inte att förutspå resultatet på tavlan när färgen yrde omkring. Enligt Richard Taylor, Adam Micolich och David Jonas (et. al, 2000) kom Pollocks konst att till början vara otroligt slumpmässig år 1943, men blev därefter något mer ordnad (lättare att förutspå genom fraktaler).

Kompositören John Cage, som på 1950-talet tillhörde det nya avantgardet i New York, blev inspirerad av slumpmässighet och började 1951 slänga singlar för att bestämma vilken ton i ett musikstycke som skulle komma härnäst. 1951 skrev han verket *Music for Changes* som byggde på tärningskast. Den grekisk-franska kompositören Iannis Xenakis utvecklade Cages metod vidare i verket *Metastasis* (1953) där verket började med en musikalisk ordning, för att sedan öka i komplexitet och till sist avslutas i fullständigt kaos. Xenakis tog även idéerna vidare till arkitekturen genom sin *Philips Pavilion* (1958) på Expo 1958 i Bryssel, där formen skulle uttrycka en byggnad upplevd som kaotisk (Ross, 2007).

Motreaktionen mot minimalismen, inom stadsplaneringen, kom från pionjären Jane Jacobs (1961) som ansåg att städer var mycket mer komplexa system än enkla lösningar genom minimalistisk arkitektur och enkla geometriska trafikleder som det hade förespråkats i Corbusiers *Vers Une Architecture* (1923). 1966 publicerade Robert Venturi's en kritik mot både minimalisterna Corbusier och Mies Van der Rohe i sin bok *Complexity and Contradiction in Architecture* (1966). I sitt mantra ”*Less is bore*” förespråkande han ett uppbrott från det

simpel. Han intresserade sig för den organiska formen (som han kallade för *vernacular form*) som återfanns oftare i gamla medeltida städer än de hos den repetitiva och fyrkantiga massproduktion som skedde under 1900-talets hastiga befolkningsökning (Venturi, Scott Brown & Izenour, 1972). Venturi krävde en större variation inom arkitekturen än den inom minimalismen.

Mellan 1984 och 1987 hade den franska arkitekten Bernard Tschumi med hjälp av den franska filosofen Jacques Derrida planerat parken *Parc de la Villette* i Paris. Genom Derridas nya idéer kom dekonstruktivismen att ta fart. Dekonstruktivismen krävde istället ett uppbrott från de enkla geometriska formerna inom arkitekturen och få en mer komplex rörelse i sin form likt Iannis Xenakis Philips Pavilion hade gjort redan 1958.

Genom Robert Venturi's *Complexity and Contradiction in Architecture* kom kritiken mot modernismens repetitiva och geometriska produktion att förenas med den franska filosofen Jean-François Lyotards idé Postmodernismen. Lyotard (1979) kritiserade i sin bok *The Postmodern Condition* modernismens "Simplifying to the extreme" och "grand narratives". Samtidigt kritiserade han information och vetenskap som något elitistiskt och exklusivt och kom därmed att kritisera vetenskaplig kunskap som en paketerad information till massan. Kunskap, enligt Lyotard var något subjektivt och precis som den grekiske filosofen Protagoras en gång i tiden uttryckt. Dock innehöll både minimalismen och komplexiteten inom postmodernismen sina brister.

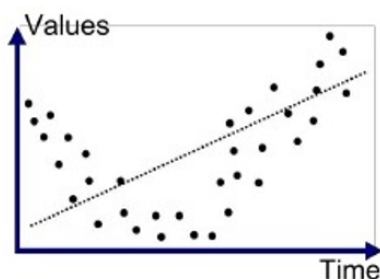


Fig. 28. EXTREM MINIMALISM

(Koehrsen, 2018)

Mies van der Rohe och Corbusiers Minimalism riskerade till sin spets att förenkla eller att övergeneralisera saker mer än det var nödvändigt och i ett hopp om att precis som Einstein kunna hitta en enkel formel för att förklara verkligheten. Inom Machine Learning motsvarar detta, som bilden visar att övergeneralisera och inte ta hänsyn till situationer där mönstret avviker något.

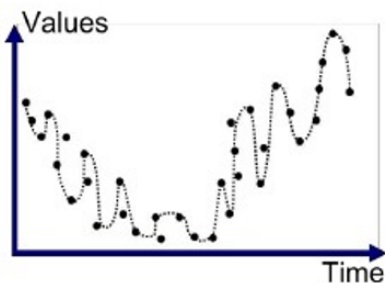


Fig. 29. EXTREM POSTMODERNISM

(Koehrsen, 2018)

Jean-François Lyotards komplexa postmodernism riskerade att gå som längst i att beskriva världen relativistiskt och att säga att världen saknade återupprepningar eller repetitiva mönster. I Machine Learning återfinns samma problem om endast en relativ linje kan dras genom alla datapunkter. Modellen riskerar att brista så fort en ny datapunkt hamnar utanför den exakta linjen och därmed konfirmera att modellen av verkligheten är relativ (Hicks, 2015).

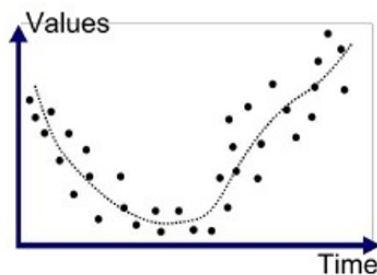


Fig. 30. OPTIMISERING MELLAN MINIMALISM OCH POSTMODERNISM

(Koehrsen, 2018)

Det mest optimala alternativet fanns mitt emellan dvs att hitta ett generellt mönster som varken är alltför förenklat eller alltför relativt. Precis som den tyske filosofen Hegel skulle uttryckt; att Minimalismen (en tes), lett till Postmodernismen (en anti-tes), för att sedan genom en naturlig optimerande process utvecklas till något elastiskt däremellan (en syntes) (Stanford, 2019b). Att hitta detta mellanting hävdade statistikern Leo Breiman (2001b) var ett av de viktigaste inom statistik, beskrivit i texten *Statistical Modeling: the Two Cultures*. Breiman kom därefter att använda optimering för att lösa problemet, en process som behövde datorer för att utföras effektivt.

OPTIMERING OCH PARAMETRICISM

Den katalanska arkitekten Antoni Gaudí sökte, långt innan datorn, den mest optimala (den bästa, mest eftersträvarvärda) formen när han skulle skapa sina verk Colònia Güell, färdigt 1915. Han kom därmed att använda sig av naturens redan etablerade sätt att optimera, i detta fall naturens sätt att formas av gravitationen (Frazer, 2016). Precis som Newton hade upptäckt att ljus alltid valde en optimal väg, märkte de japanska forskaren Toshiyuki Nakagaki, Hiroyasu Yamada och Ágota Tóth (2000) att den amöbalika svampen *Physarum polycephalum* alltid valde en optimal väg mellan flera näringsämnen och kunde även lösa labyrinth effektivt i jakten på föda. I en studie av japanska forskarna Atsushi Tero med flera⁷ (2010) visade de att svampen sätt att hitta optimala återspeglade väldigt bra hur det japanska järnvägsnätverket redan var byggt.

⁷ Tero, S; Tkagi, T; Saigusa, K; Ito, D; Bebbler, P; Fricker, D; Yumiki, K; Kobayashi, R & Nagakii, T

Studien visade att svampen kunde användas till att utforma en planering för nya järnvägsförbindelser. Inspirationen bakom optimering hämtades därmed till början både av fysiker, arkitekter och biologer (evolutionen) direkt från naturen.

Dessa idéer kom arkitekten Frei Otto att vidareutveckla inom området arkitektur. Ny framsteg kom när datorer som människan ursprungligen hade utvecklat för att göra beräkningar snabbare, kunde räkna ut optimala punkter snabbare än människan. Detta sammanfattade Patrick Schumacher (2008), i sitt manifest *Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design*. I Manifestet beskriver Schumacher hur Zaha Hadid Architects använde sig av naturens sätt att optimera till så lite omvägar som möjligt när de planerade *Kartal-Pendrik Masterplan* i Istanbul Turkiet 2006, vilket gav böljande former i gatunätet, detta kunde sedan en dator räkna ut.

Parametricism, som härstammar från ordet Parametrisk ekvation dvs *"the use of certain parameters or variables that can be edited to manipulate or alter the end result of an equation or system"* (Frazer, 2016). Något som genom sin breda definition även går att inkludera med design genom Machine Learning, Deep Learning, GANs och Generativ Design. Redan i *Parametricism - A New Global Style* (2008) presenterade Schumacher en lista på olika tabun och dogman inom Parametrisk Design, med regler som *"avoid geometric primitives like squares"*. Detta var innan Big Data från världens städer och arkitektur, med en omfattande Feature Engineering, studerats i AI-modeller. Något vad Donald Knuth (1973) skulle i *The Art of Computer Programming* uttryckt *"Premature Optimization Is the Root of All Evil"*.

I Parametrisk Design 2.0 försökte Schumacher (2016) efter kritik om att Parametrisk Design bara fokuserade på huskroppars form försöka inkludera även andra värden. Frågan är om Parametrisk Design ska nu innehålla både Regression, GANs/Ganism och Generativ Design, vilket därmed kommer i konflikt med Schumachers tidigare regler om dogman och tabun angående huskroppar och stadsplanering enligt Parametrisk Design. Fortsatt gäller också om definitionen Parametrisk Design i så fall sträcker sig utanför områden som arkitektur och in i områden som konst och design, eller bör en helt ny definition för dessa områden skapas. Även fler frågeställningar väcks om Generativ Design, Generative Adversarial Networks, Machine Learning, Deep Learning inkluderas i Parametrisk Design eller om den med hjälp av Artificiell Intelligens skapta arkitekturen räknas som en ny form av arkitekturstil (precis som GANism) eller endast som ett framtida verktyg inom arkitekturen.

DISKUSSION

Frågeställningen har varit *Hur kan Artificiell Intelligens påverka arkitektföretag och landskapsarkitektyrket?*

Det första problemet med frågeställningen är att Artificiell Intelligens så fort den implementeras som ett verktyg slutar räknas som Artificiell Intelligens utan oftast räknas endast som ett mekaniskt verktyg för människan med ett nytt namn, något som Marvin Minsky (1990) beskrev som:

"This paradox resulted from the fact that whenever an AI research project made a useful new discovery, that product usually quickly spun off to form a new scientific or commercial specialty with its own distinctive name. These changes in name led outsiders to ask, Why do we see so little progress in the central field of artificial intelligence?"

Marvin Minsky (1990)

Att kategorisera området som Artificiell Intelligens är något kontraproduktivt, då namnet tenderar att försvinna när det väl tillämpas.

AUTOMATISERING

Den stora rädslan inom hur automatiseringen kunde påverka yrken blev mätbart när Carl Benedikt Frey och Michael Osborne (2013) från University of Oxford publicerade rapporten *The Future of Employment 2013*. Rapporten gick igenom sannolikheten för 702 olika yrken och enligt rapporten riskerade hela 47% av alla yrkesanställda amerikaner att få sitt yrke automatiserat. Arkitektyrken låg på en risk mellan 1-5% att automatiseras, vilket var lågt jämfört med flertalet andra yrken. I denna framtidsanalys gömmer sig en stark determinism, då tekniken finns, men den inte blivit jämt fördelad eller implementerad inom alla områden.

Tidigare framgångar inom Artificiell Intelligens byggde på främst två ting: mängden data insamlad och kraften hos dataprocessorer. Mängden data ökar ständigt under en exponentiell kurva, medan processorkraften hos datorer har tidigare följt en trend kallad Moore's Law. År 2008 togs denna över av Amdahl's law som efter 2015 stannade av och togs över av utvecklingen av kvantdatorer, med en ny trend kallad Rose's Law (Arthi, 2019). Framtiden inom Artificiell Intelligens ligger därmed hos tillgången till kvantdatorer och tillgången till av data.

Under 1800-talet gjordes försök att stoppa automatiseringen, vilket mötes av att Storbritannien satte in fler ordningsvakter än militärer under kriget mot Napoleon (Prado, 2018) Detta kom att sätta stopp för revolten mot maskinerna, något som skulle kunna hända igen. Reaktionen mot automatiseringen inom konsten och arkitekturen blev under 1800-talet en tillbakagång till det äldre hantverket, vilket syntes både hos Prerafaeliterna och inom Arts and Craft. Styrkan i detta värdefulla hantverket var att maskiner i fabriker hade svårare att massproducera, vilket gjorde så att konstvärden ratade den massproducerade kitschen och sökte sig till mer unik konst som var producerad i mindre upplaga.

Artificiell Intelligens behöver mer än 1000 datapunkter, jämte en bebis som ibland kan lära sig efter endast 3 försök. Samtidigt har människan också en unik förmåga att dagdrömma sig fram till unika skapelser och framtidsvisioner. Detta gör det möjligt för människan och inte Artificiell Intelligens, för stunden, att frodas i miljöer där mindre data existerar eller där kravet är större att skapa något unikt, detta i likhet med Arts and Craft. De områden inom arkitekturketen som också visar sig vara svårt att automatisera av yrket är social kontakt, väga olika intressen, förstå sig på andra människors intressen samt sköta kommunikationen och samspelet mellan flera människor. Om arkitekten som motreaktion kommer söka sig till unikheter, är en följdfråga vad räknas som unikt och kan Artificiell Intelligens förstå vad som är unikt?

DISKUSSION OM UNIKHET OCH SENSATION

Kitsch tillskrivs egenskapen av att varken vara sensationellt eller något unikt dvs en motsats till unika upplevelser. Eftersom modeller inom regression bygger på tidigare insamlad data (helst ca 1000 datapunkter) för att prestera bra, återkommer frågan om hur unik konst är som bygger på data från tidigare konst. Hur stor andel konst skapad av AI kommer vara massproducerad Kitsch? Hur stor del kommer vara av variation eller vara rent av unikt? Med förmodan kommer Generativ Design få en större roll i att skapa unik design än den skapad genom regression. Försök har gjorts för att mäta hur kreativt ett konstverk är. På Rutgers' Art and Artificial Intelligence Laboratory, testade Ahmed Elgammal (2015) hur kreativa olika målningar var utifrån en algoritm. Flera av Kazimir Malevich's verk, Edward Munch's Skriet, Monets Höstackar, samt Vermeers stadslandskap kom ut som oerhört kreativa jämfört med andra verk som sträckte sig tillbaks till 1400-talet. Det som också bedömde kreativiteten var vilken historisk tid verken jämfördes med. Neoklassiska målningar från 1800-talet blev bara kreativa om de inte jämfördes med 1600-talets tidigare målningar. Frågan återstår om det går att studera hur kreativa och unika verk Artificiell Intelligens skapar jämfört med sin tid utifrån algoritmer som Ahmed Elgammals. Om Artificiell Intelligens är som duktigast på repetitiv arkitektur, går det med hjälp av den att även skapa ett nytt Venedig, Disneyland eller Las Vegas?

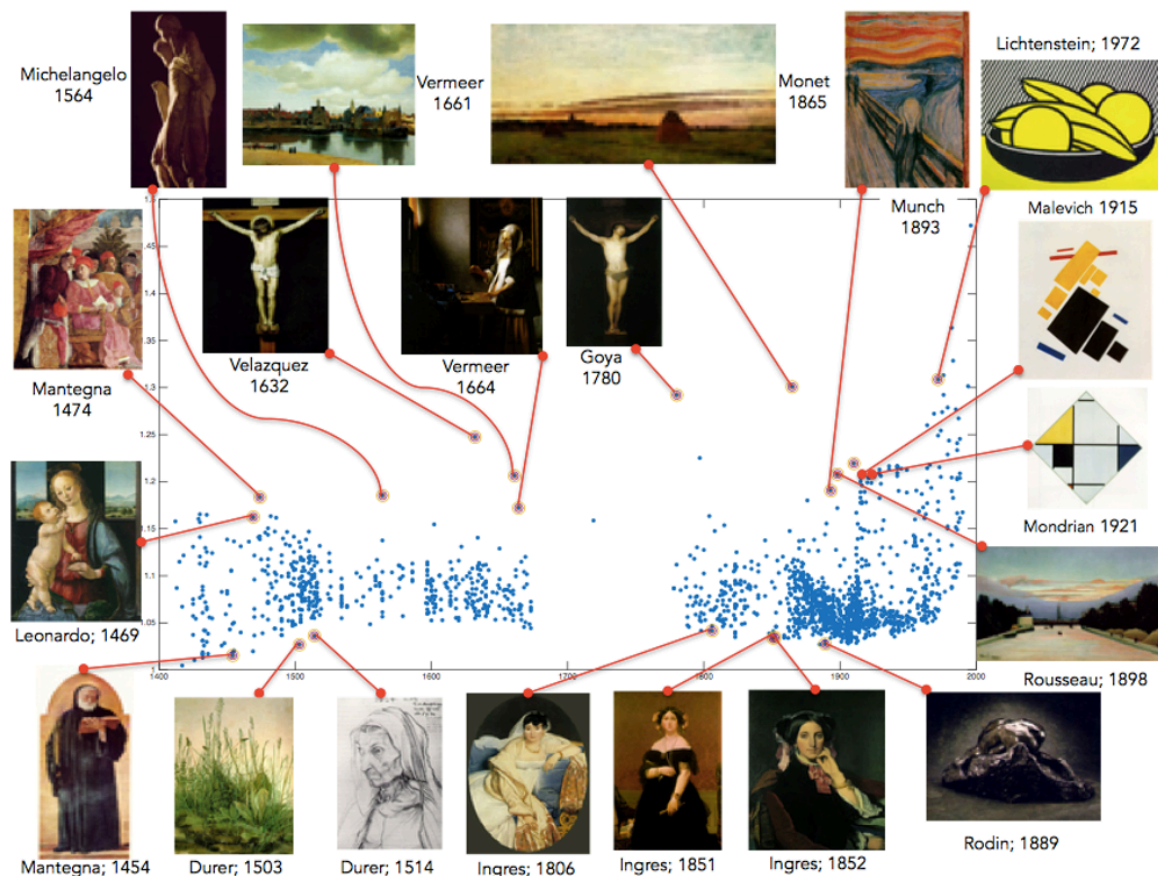


Fig. 31. UNIKHET INOM KONSTEN

(Elgammal, 2015)

PERSONLIG DATA

Då datan som används för Artificiell Intelligens och vid mänskligt beslutsfattande kommer mer och mer från människors privata information. Finns det ett framtida problem inom beslutsfattande med att skapa en balans med så mycket nytta som möjligt från datan, med så lite personligt data som.

Sedan lagen GDPR 2016, har pseudoanonymisering blivit allt viktigare något som både Jan Gehl och William H. Whyte använde sig av när de samlade in data om människor som sedan arkitekter hade som underlag vid beslutsfattande. När andelen olika varianter av personlig data ökar, så krävs ett ständig dialog om både vilket värde denna information har och hur personlig den är. Nya möjligheter har skapats när Generativ Design kan ur tidigare data (vilket oftast har varit bilder på kändisar då dessa räknas som publika data inte personlig) kan skapa nya biometriska ansikten som inte existerar i verkligheten. Detta något som kan användas som skalgubbar inom arkitekturvetenskapen. En del av den personliga informationen skulle därmed kunna genereras utifrån tidigare data, vilket dock kräver en del tidigare insamlad personlig data för att sedan skapa en pseudoanonymisering. Därmed skulle åtminstone mer än 1000 insamlade ansikten som bryter mot integriteten med tillåtelse vara nödvändiga för att skapa möjligheten för genererad personlig och biometrisk data.

Modeller på personlig data visar också mer transparent vilka personer som vinner och vilka som inte vinner på modellerna. I boken *Invisible Women* skrev Caroline Criado-Pérez 2019 om hur mobiltelefonen är designad för manliga händer och att kvinnor löper större risk att bli feldiagnostiserade inom medicin, på grund av selektiv datainsamling (Goode, 2019). Denna transparens kommer att göra så att debatten kommer att växa om inte företagen som det nu ser ut blir mer hemlighetsfulla med sin datainsamling och sina modeller.

MODELLER AV VERKLIGHETEN

En stor del av designen inom arkitekturen i framtiden som inte är alltför unik, skulle kunna skapas med hjälp av verktyg från Artificiell Intelligens som Machine Learning, Deep Learning och Generativ Design. Dock finns en stor del av problematiken i användningen av parametrar eller features. Modellen som skapas av Artificiell Intelligens blir aldrig bättre än datan som matas in och vilka datakategorier som har valts. Hos företag som använt sig av Generativ Design som AutoDesk och Spacemaker har 6 eller fler kategorier valts. Dessa är oftast inte tillräckliga för att fånga hela platsen eller ytans komplexitet. Det krävs därmed samlad kunskap från flera yrkeskompetenser för att hantera dessa modeller. Samtidigt krävs det också att datan är insamlad över en längre tid och på flera geografiska platser för att ge en så robust modell som möjligt, med så lång halveringstid som möjligt. Idag är datan om städer begränsad till följande: (Europa, 42%, Asien, 28%, Nordamerika, 10%, Sydamerika 10%, Afrika 6% och Oceanien 2%). Även säger verkligheten sårbarheten i modeller genom att "unknown unknowns" kan dyka upp och radera modellen på kort tid, vilket tidigare har visat sig vara fallet i flera ekonomiska modeller.

Samtidigt återspeglar dessa kategorier bakom designen också subjektiva värderingar hos människor. Som .. går det inte att förstå sig på en människas intressen och vilja av att bara studera denna genom en kamera, man måste fråga denna också. Vilket kräver att Artificiell Intelligens tar del av både demokratiska metoder och medborgardialog, något som människor oftast sköter bättre än maskiner.

ALTERNATIV TILL ALGORITMISK OPTIMISERING

I den antika boken *Nichomachean Ethics* skriver den grekiske filosofen Aristoteles (2009) om att den största dygden enligt honom är att finna den gyllene medelvägen, dvs att varken vara för feg eller motsatsen för dumdristig utan att finna medelvägen emellan ytterligheterna. Den ursprungliga idén var äldre än Aristoteles och härstammade från den kretensiska berättelsen om vetenskapsmannen Daedalus och hans son som försökte fly över det Egeiska havet. Daedalus byggde ett par vingar av fjädrar och vax åt både sig själv och sin son. Han varnade sin son för vad som kunde hända med vaxet om han flög för nära solen. Sonen Icaros brydde sig inte utan valde att flyga så högt han bara kunde. Vaxet på vingarna smälte och han störtade tragiskt ned i havet och drunknade. Måttfullhet var därpå ledordet enligt Aristoteles. Det var enligt honom säkrast att följa majoriteten eller flocken där alltid flest överlevare återfanns.

Långt senare, år 1966, kom William Sharpe att utveckla ett mätsystem. Han beräknade avvikelser från mittenfåran som definitionen för risk, sedan räknade han på hur stor vinsten (*utility*) i att ta risken var (Sharpe, 1966). Om vinsten delat på avvikelsernas storlek fortfarande var hög, var det värt att ta risken att avvika från flocken. Genom upptäckten av den vetenskapliga metoden möjliggjordes ny teknik som gav upphov till vinster tillräckliga för att avvika från vad som tidigare varit normen innan den vetenskapliga revolutionen. En liten grupp författare och utövare kom att få resten av samhället med sig.

Även om allmän optimering anses ge en ökad produktivitet, visade Adam Smith (1827) med sin historia om att ökad yrkesspecialitet istället för en optimerad monokultur ökade produktivitet. I texten *"Biodiversity loss and its impact on humans"* skriver Bradley Cardinale med flera⁸ (2012) om risken med att utveckla mål som inte är komplexa nog och inkluderar flera grupper i slutmålet, vilket går att tillämpa på Artificiell Intelligens:

"There is now unequivocal evidence that biodiversity loss reduces the efficiency by which ecological communities capture biologically essential resources, produce biomass, decompose and recycle biologically essential nutrients. ... There is mounting evidence that biodiversity increases the stability of ecosystem functions through time... Diverse communities are more productive because they contain key species that have a large influence on productivity and differences in functional traits among organisms increase total resource capture. ... The impacts of diversity loss on ecological processes might be sufficiently large to rival the impacts of many other global drivers of environmental change. ... Maintaining multiple ecosystem processes at multiple places and times requires higher levels of biodiversity than does a single process at a single place and time." (Cardinale, et al., 2012)

En av de större frågorna är därmed om en fullständig optimering genom Artificiell Intelligens är något att eftersträva. Att eftersträva en hög Sharpe Ratio och därmed ett hållbart samhälle har också ett högre värde. Samtidigt visar biodiversitet att det heller inte bara går att optimera algoritmerna efter enkla mål utan för att balansera ett samhälle krävs det att ta med den fulla komplexiteten utifrån ett fåtal intressenter. Att därmed skapa mål som inte glömmer samhällets alla, i enlighet med Adam Smith, viktiga specialister, både människor och organismer. För att sedan balansera dessa mål, vilket är en konst som inte är enkel.

FRAMTIDEN FÖR DATAPROGRAM INOM ARKITEKTUR ENLIGT NUVARANDE TRENDER

I framtiden avgörs om programmen som i nuläget används inom Landskapsarkitekturen klarar av att hantera ett tillägg av Artificiell Intelligens. Precis som GIS väntar sig stå inför en förändring enligt Michael Batty (2018b) och inför den största risken att automatiseras enligt Carl Benedikt Frey och Michael Osborne (2013), så har en brygga mellan ARcGIS och Python skapats genom geopandas vilket därmed ger tillgång till Machine Learning, Deep Learning och Automated Machine Learning. För att ta steget in i den här världen

⁸ Cardinale, B. J.; Duffy, J. E.; Gonzalez, A.; Hopper, D. U.; Perrings, C.; Venail, P.; Narwani, A.; Mace, G. M.; Tilman, D.; Wardle, D.; Kinzig, A. P.; Daily, G. C.; Loreau, M.; Grace, J. B.; Larigauderie, A.; Srivastava, D. S. & Naeem, S.

krävs också för landskapsarkitekter att sätta sig in i de etiska riktlinjerna, GDPR-lagarna och även datasekretessen olika länder emellan.

Inom AutoCAD utvecklas programvaran av ägarna Autodesk med tillägg som Dynamo och Refinery m.fl. för att ge möjlighet till Generated Design. För programmet Grasshopper finns tillägget LunchBox som används för att utföra regression och klassifikation. Inom Photoshop råder osäkerhet inom hur användandet av GANs ska implementeras inom programvaran och där användandet av CycloGANs är utspritt över mängder av olika mindre program eller ren pythonkod. Automatiserad färgläggning, för till exempel enkla kartor och skisser skulle kunna göras i mer utvecklade GAN-program än de nuvarande PaintChainer eller DeepColor. Frågan återstår om alla dessa nya tekniska delarna blir en del av den nuvarande programvaran för arkitekter eller om nya program ersätter de tidigare programmen helt.

När framtiden ser ut att bjuda på ett nära samarbete mellan människa och statistiska AI-modeller, finns det likheter att finna med schack där de lag presterar bäst där människor som samarbetar så effektivt som möjligt med AI-modeller presterar bäst, långt bättre än de som är duktiga på schack och samarbetar ineffektivt. Detta sker genom att båda tar fördel av varandras styrkor och svagheter. Då styrkan hos AI ligger i att optimera efter valda mätbara värderingar och därefter ta beslut utifrån datan, ligger styrkan hos människan i andra delar. Därmed kan det vara av fördel för landskapsarkitekten att börja arbetet med att fokusera på symbolik, associationer, ofunktionella former och intervjuer med medborgare och stakeholders kopplade till arbetsytan innan modellen används för att inte påverkas av förutfattade meningar av hur platsen ska optimeras och för att så effektivt som möjligt kombinera styrkor.

För att ta ett kliv in i landskapsarkitekturens praktiska vardag, så skulle en möjlig framtida dag på kontoret vara fylld med dessa samarbeten mellan människa och olika modeller. Det viktiga är till en början att veta vad modellen anpassar sig för: vilket mål försöker den optimera tex. stadsrummet, parken eller trädgården till. Därmed behövs det ett mätbart värde. Parker tex. innehåller oftast flera värden, som är både lättare och svårare att göra mätbara och som sedan vägs ihop till en slutlig värdering. Det krävs därmed att till en början göra en genomgång av vilka värderingar parken ska skapas utefter. En rekommendation för användaren vore att efter denna första del förtesta den senare parken i alla optimala lösningar för varje enskilt delmål. Förutom landskapsarkitekt och AI-modell går det inte att bortse från att ta del av information och beslut från utomstående beslutsfattare, både från ovan i maktapparaturen genom Plan- och bygglagen, Riks och kommunala intressen, AMA och stakeholders, men även underifrån genom medborgardialog. Hela detta samarbetet sätter gränser och övervägningar av mål inom arbetet, vilket får påverkan på AI-modellens slutliga resultat.

Möjliga värderingar av en park och möjliga mätbara parametrar:

Kännedom, sensation - (Antal besökare utöver det förväntade enligt geografisk plats, antal namngivningar av parken i texter/tidningar/internet, antal priser, algoritmiskt mått för unikheter, variation, sensation, symmetri och mystik)

Hållbara och ekologiska kvalitéer - (Hållbara lösningar, biologisk mångfald)

Hälsotillstånd - (Stressnivåer hos besökare, hälsolivå hos befolkningen inom 800 meter, aktivitet på platsen, antal registrerade löprundor, fysisk och kognitiv utveckling hos barn i närheten)

Ordning - (Nivå av skötsel, nivå av brottslighet, brandgator)

Istället för att landskapsarkitekten utgår ifrån att välja växter och material utifrån eget minne, krävs av modellen en sällning och ranking av dessa i parken inneboende beståndsdelar. Den geografiska platsen är av stor vikt hos dessa modeller, då platsen bestämmer faktorer som hårdigheten hos växter, hur hållbart transporten av material blir etc. Efter att dessa värden matats in, rankas olika parametrar i modellen för att nå upp till det slutliga målet. Den Automatiserade Artificiella Intelligensen (som idag används är Python-tillägg som tex. T-Pot, auto-sklearn eller Ludwig, men kan utvecklas till ny programvara i framtiden), dessa anger hur stor vikt som ska läggas på varje parameter och därmed skapa både en ranking och sällning av både växter och material. Senare inkluderas även formval, vilket även formges mer utav en människa än AI. Här kan även avtramp göras då helt nya växter eller material/objekt introduceras som inte är tidigare använda i modellen. Modellerna för växt, material och formval återbesöks flera gånger då de är i en feedback-loop med den genetiska modellen som genererar parken och där dessa val begränsas ytterligare och anpassas om till mindre specifika delområden i parken såsom ytor med skugga. Dessutom används en annan modell för att skapa attraktiva rabatter, genom en modell byggd utifrån tidigare kända planteringsstilar som även är anpassade efter växter utvalda genom växt-modellen.

Efter att vägningen av målet är definierat, används datan från tidigare existerande parker, som modellen tar beslut utifrån i en genetisk modell, för att komma fram till en lösning som är mest optimal för den slutliga målsättningen. Detta sker samtidigt med feedback-loopar mellan modellerna som väljer växt, material och formspråk. Kvar finns ett urval av olika möjligheter som sedan landskapsarkitekten gör det slutliga valet utifrån kombinerat med övergripande formspråk, både narrativt och symboliskt. Parken utvärderas om och om igen efter hur den förhåller sig till det slutliga målet och landskapsarkitekten kan välja mellan att ta ett steg fram eller bak i den här processen.

Slutligen görs visualiseringar av resultatet. Dessa vanligen genom AutoCAD, BIM, Sketch-Up och Photoshop, men här inkluderas även element av GANs som genererar delar av visualisering. Tex. kan det vara skalgubbar med genererad biometri. Dessutom används Deep Learning-modeller som ger poäng utifrån hur bra bilden anses vara utifrån tidigare bildresultat i landskapsarkitekturtävlingar och utifrån specifika skönhetsparametrar.

Som tidigare berättats visar företag som Spacemaker på stora framgångar inom byggnadsarkitektur på sparad tid och resurser vid användning av genetiskt genererade byggnader Dock krävs 30 och 40 utvärderingar för ett signifikant resultat. Detta skulle i sin tur omdirigera kapital till dessa mer produktiva AI-utnyttjande företag och försvåra för resterande företag vid framtida lågkonjukturer. Mer insparad tid i produktionen kan läggas för anställda till mer kommunikation med beställare och stakeholders vilket i sin tur gör arbetet mer socialt och kommunikativt. I fallet arbetsmiljö kan detta både innebära nya fördelar och nackdelar.

Kvalitetsmässigt skulle införandet av AI-modeller höja den generella kvaliteten med att nå upp till beställarens mål och minska risken för tillfälliga kvalitetssänkningar i produktionen. Inom delmål som att öka kännedomen och sensationen hos parker har AI-modeller visat resultat i att kunna bättre förutspå vilka filmer som ska bli nästa blockbuster eller vinna nästa Oscar-pris, modeller som idag används i industrin (Gladwell, 2006), vilket ger goda förutsättningar till att lyckas på samma sätt inom landskapsarkitekturen.

EN SYMBIOS MELLAN MÄNNISKA OCH AI

"We now rely on 'external brains'" (cell phones and computers)"

Amber Case (Case, 2010)

Likt de poetiska målningarna av Sougwen Chung, där målningarna sker i en duett med en robotarm, en robot som härmar hennes rörelser, lär sig av dessa, för att sedan skapa egna kreativa förslag så ser framtiden ut att ske allt oftare i en duett mellan människa och AI (Chung, 2019). Även om AI skulle springa ifatt människan inom vissa områden, gör den det inte utan att lära människan nya kreativa lösningar på problem. Med största sannolikhet kommer framtiden att bygga på en symbios mellan människa och maskin.

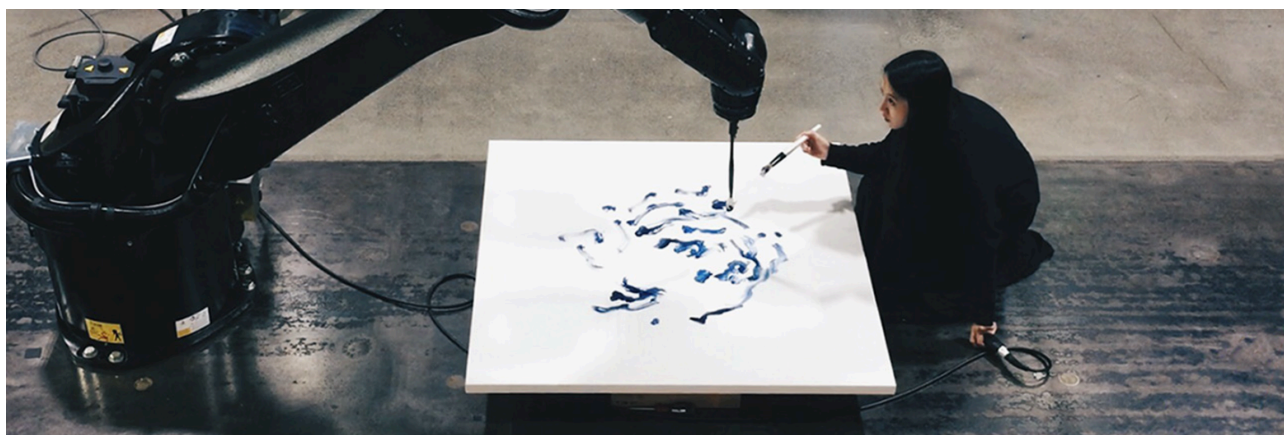


Fig. 32. "In a sense, the robotic arm has learned from the visual style of the artists previous drawings and outputs a machine interpretation during the human / robot drawing duet."

(Chung, 2019)

KÄLLFÖRTECKNING

Amara, R; Boucher, W. I. (1977). *The study of the future: an agenda for research*.

Washington, D.C.: General Post Office. OCLC 320010

Anderson-Oliver, M. (2019) *Cities for people: Jan Gehl*

Tillgängligt: <https://assemblepapers.com.au/2013/06/13/cities-for-people-jan-gehl/> [2019-11-12]

Andreessen, M. (2011) Why Software Is Eating The World

Tillgängligt: <https://www.wsj.com/articles/SB10001424053111903480904576512250915629460> [2018-12-14]

Arbesman, S (2012) *The Half Life of Facts*

Tillgängligt: <https://www.youtube.com/watch?v=GaxYnvd7YAM> [2019-12-18]

Aristoteles (2009) *The Nicomachean Ethics*

Oxford : Oxford University Press

Arntz, M; Gregory T & Zierahn, U. (2016), *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis*

OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7>

Arthie (2019) *Quantum Computing — the next gen*

Tillgängligt: <https://medium.com/@arthi1996.007/quantum-computing-the-next-gen-3abed4c85e13> [2020-01-28]

Autodesk (2016) *Elbo Chair- Generated in Project Dreamcatcher, Made with Fusion 360*

Tillgängligt: <https://gallery.autodesk.com/fusion360/projects/elbo-chair--generated-in-project-dreamcatcher-made-with-fusion-360> [2019-07-23]

Autodesk Research (2018) *Project Dreamcatcher*

Tillgängligt: <https://www.autodesk.com/customer-stories/airbus> [2018-12-14]

Bailey, J. (2020) *The Tools of Generative Art, from Flash to Neural Networks*

Tillgängligt: <https://www.artnews.com/art-in-america/features/generative-art-tools-flash-processing-neural-networks-1202674657/> [2020-01-19]

Balaji, A & Allen, A. (2018) *Choosing the best AutoML Framework*

Tillgängligt: <https://medium.com/georgian-impact-blog/choosing-the-best-automl-framework-4f2a90cb1826> [2018-12-14]

Batty, M. (2017) *The Age of the Smart City*

Tillgängligt: <http://spatialcomplexity.info/files/2017/06/BATTY-Working-Paper-The-Age-of-the-Smart-City.pdf> [2018-12-14]

Batty, M. (2018a) *Artificial intelligence and smart cities*

Tillgängligt: <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2399808317751169> [2018-12-14]

Batty, M. (2018b) *Real-time GIS for Smart Cities*

Tillgängligt: <http://gis2.harvard.edu/resources/opportunities/real-time-gis-smart-cities-special-issue-ijgis> [2018-12-14]

Batty, M (2018c) *Inventing Future Cities*

Massachusetts : The MIT Press

Baum, L. E. & Petrie, T. (1966) *Statistical Inference for Probabilistic Functions of Finite State Markov Chains*

The Annals of Mathematical Statistics. **37** (6): 1554–1563. doi:10.1214/aoms/1177699147. Retrieved 28 November 2011

Bayes, T & Price, R. (1763) *An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances*

Philosophical Transactions of the Royal Society of London. **53**: 370–418. doi:10.1098/rstl.1763.0053

Beck, K; Beedle, M; van Bennekum, A; Cockburn, A; Cunningham, W; Fowler, M; Grenning, J; Highsmith, J; Hunt, A; Jeffries, R; Kern, J; Marick, B; Martin, R.C; Mellor, S; Schwaber, K; Sutherland, J; Thomas, D (2001) *Manifesto for Agile Software Development*

Tillgängligt: <https://agilemanifesto.org> [2019-02-18]

Bengio, Y. (2019) *How Deep Learning Developed 2019*

Tillgängligt: <https://www.youtube.com/watch?v=eKMA1Tscdag> [2019-12-08]

Bennett, J. & Lanning, S. (2007) *The Netflix Prize*

Tillgängligt: <https://www.cs.uic.edu/~liub/KDD-cup-2007/proceedings/The-Netflix-Prize-Bennett.pdf> [2018-09-10]

Bilton, N. (2012) *One on One: Steve Mann, Wearable Computing Pioneer*

Tillgängligt: <https://bits.blogs.nytimes.com/2012/08/07/one-on-one-steve-mann-wearable-computing-pioneer> [2018-05-03]

Bostrom, N. (2014) *Superintelligence*

Oxford : Oxford University Press

Botsman, R. (2017) *Big data meets Big Brother as China moves to rate its citizens*

Tillgängligt: <https://www.wired.co.uk/article/chinese-government-social-credit-score-privacy-invasion> [2018-10-01]

Boole, G. (1854) *The Laws of Thought*

Cambridge : Cambridge University Press, (2009)

Boudreau, K.J.; Guinan, E.C, Lakhani, K.R & Riedl, C. (2016) *Looking Across and Looking Beyond the Knowledge Frontier: Intellectual Distance, Novelty, and Resource Allocation in Science*

Management Science **62** (10) doi: 10.1287/mnsc.2015.2285

Bourdieu, P. (1997) *Distinction*

Abingdon-on-Thames : Routledge

Boverket (2019) *Värderos*

Tillgängligt: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/varderos/> [2019-09-08]

Bower, J & Christensen, C. (1995) *Disruptive Technologies: Catching the Wave*

Tillgängligt: <https://hbr.org/1995/01/disruptive-technologies-catching-the-wave> [2018-12-14]

Boyd, J.R. (1976) *Destruction and Creation*

Tillgängligt: http://www.goalsys.com/books/documents/DESTRUCTION_AND_CREATION.pdf [2019-01-20]

Breiman, L; Friedman, J. H; Olshen, R. A. & Stone, C. J. (1984) *Classification and regression trees*

Monterey, CA: Wadsworth & Brooks/Cole Advanced Books & Software. ISBN 978-0-412-04841-8.

Breiman, L (2001a) *Random Forests*

Machine Learning. 45 (1): 5–32. doi:10.1023/A:1010933404324.

Breiman, L (2001b) *Statistical Modeling: The Two Cultures*

Statistical Science **16** No. 3, 199-23, 2001

Brodie, L. (2013) Cramer: Does Your Portfolio Have FANGs?

Tillgängligt: <https://www.cnbc.com/id/100436754> [2019-07-10]

Brown, A (2010) *The Science That Made Frankenstein*

Tillgängligt: <https://www.insidescience.org/news/science-made-frankenstein> [2019-01-20]

Brynjolfsson, E. & McAfee, A. (2011) *Race Against the Machine*

Tillgängligt: <http://b1ca250e5ed661ccf2f1-da4c182123f5956a3d22aa43eb816232.r10.cf1.rackcdn.com/contentItem-5422867-40675649-ew37tmdujwhnj-or.pdf> [2018-09-06]

Burke, P. (2018) *De som kunde allt*

Axess, Nr 6, 2018

Čapek, K. (1920) *R.U.R. (Rossum's Universal Robots)*

Stockholm : Nilledition (2016)

Cardinale, B. J; Duffy, J. E; Gonzalez, A; Hopper, D. U; Perrings, C; Venail, P; Narwani, A; Mace, G. M; Tilman, D; Wardle, D; Kinzig, A. P; Daily, G. C;

Loreau, M; Grace, J. B; Larigauderie, A; Srivastava, D. S & Naeem, S. (2012) *Biodiversity loss and its impact on humanity*

Nature. **486** (7401): 59–67. doi:10.1038/nature11148

Caselles-Dupré, H. (2018) *Obvious, explained.*

Tillgängligt: <https://medium.com/@hello.obvious/ai-the-rise-of-a-new-art-movement-f6efe0a51f2e> [2019-05-03]

Case, A. (2010) *We are all cyborgs now*

Tillgängligt: https://www.ted.com/talks/amber_case_we_are_all_cyborgs_now#t-207705 [2018-10-01]

Caught on Camera (2017) *How Many CCTV Cameras in London?*

Tillgängligt: <https://www.caughtoncamera.net/news/how-many-cctv-cameras-in-london/> [2019-08-13]

Changeux, J. P. (2011) *CARTA: Evolutionary Origins of Art and Aesthetics: Neurobiology, Neurology and Art and Aesthetics*

Tillgängligt: <https://www.youtube.com/watch?v=X0TKYxAYGGA> [2018-10-08]

China Copyright and Media (2014) *Planning Outline for the Construction of a Social Credit System (2014-2020)*

Tillgängligt: <https://chinacopyrightandmedia.wordpress.com/2014/06/14/planning-outline-for-the-construction-of-a-social-credit-system-2014-2020/> [2018-10-01]

Chung, S (2019) *Sougwen Chung*

Tillgängligt: <https://sougwen.com> [2019-12-03]

Conti, M. (2016) *Maurice Conti*

Tillgängligt: <https://www.mauriceconti.com> [2019-05-03]

Cowen, T. (2013) *Average is Over: Powering America Beyond the Age of the Great Stagnation*

Durron: Boston

Dick, P (1968) *Do Androids Dream of Electric Sheep?*

New York : Ballantine Books (2008)

Elgammal, A. (2015) *Which paintings were the most creative of their time? An algorithm may hold the answers*

Tillgängligt: <https://theconversation.com/which-paintings-were-the-most-creative-of-their-time-an-algorithm-may-hold-the-answers-43157> [2018-10-01]

Ensor, P. S. (1988) *The Functional Silo Syndrome*

Tillgängligt: http://www.ame.org/sites/default/files/target_articles/88q1a3.pdf [2018-11-24]

Ericsson, A; Pool, R. (2016). *Peak: Secrets from the New Science of Expertise.*

Boston: Houghton Mifflin Harcourt

Ferguson, N. (2008) *The Ascent of Money: A Financial History of the World*

London : Penguin Group

Fix, E & Hodges, J.L. (1951) *Discriminatory analysis, nonparametric discrimination: Consistency properties*

Technical Report 4, USAF School of Aviation Medicine, Randolph Field, Texas

Friedman, J. H. (1999) *Greedy Function Approximation: A Gradient Boosting Machine*

The Annals of Statistics 29(5) doi: 10.1214/aos/1013203451

Freund, Y & Schapire, R. E. (1997) *A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting*

Journal of Computer and System Sciences. 55: 119–139. CiteSeerX 10.1.1.32.8918. doi:10.1006/jcss.1997.1504

Frey, C. & Osborne, M. (2013) *The Future of Employment*

Technological Forecasting and Social Change **114** : 254-280 doi:10.1016/j.techfore.2016.08.019

Frey, C. B; Osborne, M. & Holmes, C. (2016) *Technology at work v2.0*

Tillgängligt: https://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work_2.pdf [2018-12-01]

Frazer, J. (2016) *Parametric Computation: History and Future*

Architectural Design. **86** (March/April): 18–23. doi:10.1002/ad.2019.

Furman, J; Holdren, J.P; Muñoz, C; Smith, M & Zients, J. (2016) *Artificial Intelligence: Automation, and the Economy*

Washington: Executive Office of the President

Galanter, P. (2003) *What is Generative Art?*

Tillgängligt: http://philipgalanter.com/downloads/ga2003_what_is_genart.pdf [2018-12-28]

Galton, F. (1885) *Regression towards mediocrity in hereditary stature*

J Anthropol Inst, **15**: 246–263.

Gawande, S. (2009) *The Checklist Manifesto*

New York : Metropolitan Books

Gebru, T; Krause, J; Wang, Y; Chen, D; Deng, J; Aiden, E.A & Li, F.F (2017) *Using deep learning and Google Street View to estimate the demographic makeup of neighborhoods across the United States*

PNAS December 12, 2017 114 (50) 13108-13113 doi:10.1073/pnas.1700035114

Gehl, J; Swarre, B. (2013) *How to Study Public Life*

Washington, D.C.: Island Press

General Data Protection Regulation (2019) *GDPR*

Tillgängligt: <https://gdpr-info.eu> [2019-07-19]

Géron, A. (2017) *Hands on Machine Learning with Scikit Learn and TensorFlow*

Sebastopol, California : O'Reilly

Gershgorn, D (2017) *The data that transformed AI research—and possibly the world*

Tillgängligt: <https://qz.com/1034972/the-data-that-changed-the-direction-of-ai-research-and-possibly-the-world/> [2019-08-03]

Giles, M (2018) *The GANfather: The man who's given machines the gift of imagination*

Tillgängligt: <https://www.technologyreview.com/s/610253/the-ganfather-the-man-whos-given-machines-the-gift-of-imagination/> [2019-10-06]

Gladwell, M. (2006) *The Formula*

Tillgängligt: <https://www.newyorker.com/magazine/2006/10/16/the-formula> [2020-01-30]

Gleick, J. (2012) *The Information: A History, A Theory, A Flood*

New York : Pantheon Books

Godwin, M. (1994) *Meme, Counter-meme*

Tillgängligt: https://www.wired.com/wired/archive/2.10/godwin.if_pr.html [2018-07-10]

Goldhill, O (2016) *The first pop song ever written by artificial intelligence is pretty good, actually*

Tillgängligt: <https://medium.com/autodesk-university/generative-urban-design-43f4ea48039d> [2018-09-03]

Goode, L. (2019) *Why Everything From Transit to iPhones Is Biased Toward Men*

Tillgängligt: <https://www.wired.com/story/caroline-criado-perez-invisible-women/> [2019-10-10]

Greenhouse, S (2013) *Our Economic Pickle*

Tillgängligt: <https://www.nytimes.com/2013/01/13/sunday-review/americas-productivity-climbs-but-wages-stagnate.html> [2018-08-20]

Ha, D & Eck, D (2017) *A Neural Representation of Sketch Drawings*

arXiv:1704.03477

Haldar, M; Abdool, M; Ramanathan, P; Xu, T; Yang, S; Duan, H; Zhang, Q; Barrow-Williams, N; Turnbull, B. C; Collins, B. M & Legrand, T. (2018) *Applying Deep Learning To Airbnb Search*

arXiv:1810.09591

Harvey, A. (2016) *re:publica 2016 – Adam Harvey: Computer Vision, Surveillance, and Camouflage*

Tillgängligt: <https://www.youtube.com/watch?v=Lbt3EMyFsCY> [2019-03-20]

Harvey, A (2018) *CVDazzle*

Tillgängligt: <https://ahprojects.com/cvdazzle/> [2019-03-20]

Haupt, M (2016) *"Data is the New Oil" — A Ludicrous Proposition*

Tillgängligt: <https://medium.com/project-2030/data-is-the-new-oil-a-ludicrous-proposition-1d91bba4f294> [2020-01-03]

Hawkins, J; Blakeslee, S. (2004) *On Intelligence*
New York : Times Book

He, K.; Zhang, X; Ren, S & Sun, J (2015) *Deep Residual Learning for Image Recognition*
Tillgängligt: <https://arxiv.org/abs/1512.03385> [2019-08-20]

Hedonometer (2013a) *About*
Tillgängligt: <http://hedonometer.org/about.html> [2018-10-15]

Hedonometer (2013b) *Index*
Tillgängligt: <http://hedonometer.org/index.html> [2018-10-15]

Hedonometer (2013c) *Words*
Tillgängligt: <http://hedonometer.org/words.html> [2018-10-15]

Hicks, S. (2015) *Postmodernismens förklaring : skepticism och socialism från Rousseau till Foucault*
Stockholm : Timbro

Hillier B. (1999), *Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture*
Cambridge: Cambridge University Press.

Hindupur, A. (2019) *The GAN Zoo*
Tillgängligt: <https://github.com/hindupuravinash/the-gan-zoo> [2019-10-05]

Hsu, J C; Kalesnik, V; Viswanathan, V. (2015) *A Framework for Assessing Factors and Implementing Smart Beta Strategies*
Journal of Index Investing, vol. 6, no. 1, Summer 2015. Tillgängligt: SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2913304>

Human Rights Watch, (2018) *China: Big Data Fuels Crackdown in Minority Region*
Tillgängligt: <https://www.hrw.org/news/2018/02/26/china-big-data-fuels-crackdown-minority-region> [2018-10-01]

Ioannidis, J. (2005) *Why Most Published Research Findings Are False*
Tillgängligt: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020124> [2019-07-02]

Jacobs, J. (1961) *The Death and Life of Great American Cities*
Göteborg : Bokförlaget Daidalos (Den amerikanska storstadens liv och förfall, 2005)

Jagadeesh, N; Titman, S. (1993) *Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency*
The Journal of Finance, **48** (1) : 65-91

Kaggle (2017) *The State of Data Science & Machine Learning*
Tillgängligt: <https://www.kaggle.com/surveys/2017> [2018-10-10]

Kahneman, D. (2011) *Thinking, Fast and Slow*
New York : Farrar, Straus and Giroux

Kirke, A. (2013) *"many worlds" promo: a movie that watches you while you watch it*
Tillgängligt: <https://www.youtube.com/watch?v=N6WpH6IU3DM> [2019-05-03]

Knuth, D. (1973) *The Art of Computer Programming*
Boston : Addison-Wesley

Koehrsen, W (2018) *Overfitting vs. Underfitting: A Conceptual Explanation*
Tillgängligt: <https://towardsdatascience.com/overfitting-vs-underfitting-a-conceptual-explanation-d94ee20ca7f9> [2018-12-29]

Krizhevsky, Alex & Sutskever, Ilya & E. Hinton, Geoffrey. (2012). *ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks*. Neural Information Processing Systems **25** (2) doi:10.1145/3065386.

Le Corbusier, C-E. J. (1923) *Toward an Architecture*
Los Angeles : Getty Research Institute (2007)

Lepore, J. (2019) *Are Robots Competing for Your Job?*

Tillgängligt: <https://www.newyorker.com/magazine/2019/03/04/are-robots-competing-for-your-job> [2019-02-29]

Li, T. & Li, N (2009) *On the Tradeoff Between Privacy and Utility in Data Publishing*

Conference: Proceedings of the 15th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Paris, France, June 28 - July 1, 2009, doi: 10.1145/1557019.1557079

Liotard, J-F (1979) *The Postmodern Condition: A Report on Knowledge*

Minnesota : University Of Minnesota Press

Maher, O. (2018) *GeoAI: Machine Learning meets ArcGIS*

Tillgängligt: <https://www.youtube.com/watch?v=aKq50YM8a8w> [2018-04-20]

Marcus, G. (2018) *Deep Learning: A Critical Appraisal*

arXiv:1801.00631

Mattern, S. (2017) *Mapping's Intelligent Agents*

Tillgängligt: https://placesjournal.org/article/mappings-intelligent-agents/#ref_20 [2018-10-11]

McCarthy, J; Minsky, M; Rochester, N & Shannon, C.E. (1955) *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence.*

Tillgängligt: <http://raysolomonoff.com/dartmouth/boxa/dart564props.pdf> [2019-02-10]

McKinsey (2016) *Where machines could replace humans—and where they can't (yet)*

Tillgängligt: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Where%20machines%20could%20replace%20humans%20and%20where%20they%20cant/Where-machines-could-replace-humans-and-where-they-cant-yet.ashx> [2017-10-03]

McKinsey (2017a) *Artificial Intelligence, The Next Digital Frontier?*

Tillgängligt: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Advanced%20Electronics/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/MGI-Artificial-Intelligence-Discussion-paper.ashx>

[2017-10-16]

McKinsey (2017b) *A Future That Works: Automation, Employment, And Productivity*

Tillgängligt: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/digital%20disruption/harnessing%20automation%20for%20a%20future%20that%20works/a-future-that-works-executive-summary-mgi-january-2017.ashx> [2017-12-13]

Melin, F. (2012) *Artificiella Naturupplevelser*

Uppsala : Sveriges lantbruksuniversitet

Merriam Webster (2018) *Kitsch*

Tillgängligt: <https://www.merriam-webster.com/dictionary/kitsch> [2018-10-16]

Microsoft (2019) *Ada*

Tillgängligt: <https://www.microsoft.com/en-us/research/project/ada/> [2019-10-03]

Miller, G. A. (1956) *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information*

Psychological Review. **63** (2) : 81–97. doi:10.1037/h0043158

Minsky, M. (1990) *The Age of Intelligent Machines: Thoughts About Artificial Intelligence*

Tillgängligt: <https://web.archive.org/web/20090628081048/http://www.kurzweilai.net/articles/art0100.html?printable=1> [2019-07-20]

Moore, A. (2003) *The Mindscape of Alan Moore*

Tillgängligt: <https://www.youtube.com/watch?v=MFHn-HzacY> [2017-11-20]

Mordvintsev, A; Olah, C; Tyka & M. (2015). *DeepDream - a code example for visualizing Neural Networks*

Tillgängligt: <https://web.archive.org/web/20150708233542/http://googleresearch.blogspot.co.uk/2015/07/deepdream-code-example-for-visualizing.html> [2017-11-20]

Mullany, M. (2016) *8 Lessons from 20 Years of Hype Cycles*

Tillgängligt: <https://www.linkedin.com/pulse/8-lessons-from-20-years-hype-cycles-michael-mullany> [2019-11-01]

Nakagaki, T; Yamada, H & Tóth, Á. (2000) *Maze-solving by an amoeboid organism*
Nature **407**, 470 (2000) doi:10.1038/35035159

ne.se (2020) National Encyklopedin
Tillgängligt: <https://www.ne.se> [2020-01-03]

Neimeyer, G. J; Taylor, J. M & Rozensky, R. H. (2016). *The diminishing durability of knowledge in professional psychology: A Delphi Poll of specialties and proficiencies* APA PsycNet. Retrieved November 18, 2019.

Nield, T. (2019) *Is Deep Learning Already Hitting its Limitations?*
Tillgängligt: <https://towardsdatascience.com/is-deep-learning-already-hitting-its-limitations-c81826082ac3> [2019-12-16]

Nietzsche, F. (1899) *Den glada vetenskapen*
Stockholm : Bokförlaget Korpen (2011)

Norvig, P; Halevy, A & Pereira, F. (2009) *The Unreasonable Effectiveness of Data*
IEEE Intelligent Systems, 2009

Olsen, R. (2018) #19 *Automated Machine Learning (with Randy Olson)*
Tillgängligt: <https://www.youtube.com/watch?v=hu-kkxPOOml> [2019-07-03]

Olsen, R; Cava, W; Mustahsan;Z; Varik, A & Moore, J. (2018) *Data-driven advice for applying machine learning to bioinformatics problems*.
arXiv:1708.05070

O'Neil, C. (2016) *Weapons of Math Destruction*
New York : Crown

Pechyonkin, M. (2017) *Understanding Hinton's Capsule Networks. Part I: Intuition*.
Tillgängligt: <https://medium.com/ai³-theory-practice-business/understanding-hintons-capsule-networks-part-i-intuition-b4b559d1159b> [2019-10-20]

Phaidon (2019) *What did Mies van der Rohe mean by less is more?*
Tillgängligt: <https://www.phaidon.com/agenda/architecture/articles/2014/april/02/what-did-mies-van-der-rohe-mean-by-less-is-more/> [2019-12-28]

Picard, R W. (1997). *Affective computing*
Cambridge, Massachusetts: MIT Press

Pivo, G. & Fischer, J.D (2011) *The Walkability Premium in Commercial Real Estate Investments*
Tillgängligt: <https://doi.org/10.1111/j.1540-6229.2010.00296.x> [2018-04-18]

Place Pulse (2017) *Place Pulse*
Tillgängligt: <http://pulse.media.mit.edu/vision/> [2017-05-10]

Popper, K. (1959) *The Logic of Scientific Discovery*
Abingdon-on-Thames : Routledge Classics (2012)

Postman, N. (1985) *Amusing Ourselves to Death*
New York : Penguin Books (2006)

Poynard T, Munteanu M, Ratziu V, Benhamou, Y; Di Martino, V; Taib, J & Opolon, P. (2002) Truth Survival in Clinical Research: An Evidence-Based Requiem?. Ann Intern Med. 2002;136:888–895. doi: Tillgängligt: <https://doi.org/10.7326/0003-4819-136-12-200206180-00010>

de Prado, M. L. (2018) *Advances in Financial Machine Learning*
New York : Wiley

Quoteinvestigator (2014) *History Does Not Repeat Itself, But It Rhymes*
Tillgängligt: <https://quoteinvestigator.com/2014/01/12/history-rhymes/> [2019-07-17]

Quoteinvestigator (2017) *Creativity Is Intelligence Having Fun*
Tillgängligt: <https://quoteinvestigator.com/2017/03/02/fun/> [2019-07-17]

Reades, J; Calabrese, F & Ratti, C. (2009) *Eigenplaces: analysing cities using the space time structure of the mobile phone network*

Environment and Planning B: Planning and Design 2009. 36, 824-836. doi:10.1068/b34133t

Ross, A. (2007) *The Rest Is Noise: Listening to the Twentieth Century*
New York : Farrar, Straus & Giroux

Rotella, P. (2012) *Is Data The New Oil?*
Tillgängligt: <https://www.forbes.com/sites/perryrotella/2012/04/02/is-data-the-new-oil/#4b7d75ea7db3> [2019-08-20]

Russell, B (1945) *A History of Western Philosophy*
New York : Simon & Schuster (1986)

Russell, S.J & Norvig, P. (2016) *Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd Edition*
New Jersey : Prentice Hall

Ruiz, A. (2017) *The 80/20 data science dilemma*
<https://www.infoworld.com/article/3228245/the-80-20-data-science-dilemma.html> [2019-08-22]

Runco, M. (2004). *Creativity*
Annual review of psychology. 55. 657-87. 10.1146/annurev.psych.55.090902.141502.

Salian, I (2019a) *Stroke of Genius: GauGAN Turns Doodles into Stunning, Photorealistic Landscapes*
Tillgängligt: <https://blogs.nvidia.com/blog/2019/03/18/gaugan-photorealistic-landscapes-nvidia-research/> [2019-12-03]

Salian, I (2019b) *A Pigment of Your Imagination: GauGAN AI Art Tool Receives 'Best of Show,' 'Audience Choice' Awards at SIGGRAPH*
Tillgängligt: <https://blogs.nvidia.com/blog/2019/07/30/gaugan-ai-painting/> [2019-12-03]

Samuel, A. (1956) *Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. II-Recent Progress*
Tillgängligt: <https://researcher.watson.ibm.com/researcher/files/us-beygel/samuel-checkers.pdf> [2019-02-10]

Saroyan, A. (1968) *Aram Saroyan*
Tillgängligt: <http://eclipsearchive.org/projects/ARAM/AramSaroyan.pdf> [2019-12-28]

Science and the Future of Cities (2018) *Science and the Future of Cities*
Tillgängligt: https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/depssite/documents/webpage/deps_191052.pdf [2019-06-03]

Schoemaker, P.J.H; Tetlock, P.E. (2016) *Superforecasting: How to Upgrade Your Company's Judgment*
Tillgängligt: <https://hbr.org/2016/05/superforecasting-how-to-upgrade-your-companys-judgment> [2019-02-12]

SDM (2016) *Rise of Surveillance Camera Installed Base Slows*
Tillgängligt: <https://www.sdm-mag.com/articles/92407-rise-of-surveillance-camera-installed-base-slows> [2019-06-18]

Shelley, M. (1823) *Frankenstein, eller den Moderna Prometheus*
London : Penguin (1994)

Schmidhuber, J. (2009) *Simple Algorithmic Theory of Subjective Beauty, Novelty, Surprise, Interestingness, Attention, Curiosity, Creativity, Art, Science, Music, Jokes*
Journal of SICE 48(1), 21-32 arXiv:0812.4360

Schumacher, P (2008) *Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design*
Tillgängligt: <https://patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20-%20A%20New%20Global%20Style%20for%20Architecture%20and%20Urban%20Design.html> [2019-12-29]

Schumacher, P (2016) *Parametricism 2.0 - Gearing up to Impact the Global Built Environment*
Tillgängligt: http://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20_0_Gearing%20up%20to%20Impact%20the%20Global%20Built%20Environment.html [2019-12-29]

Shaeffer, C. B. (2001) *Couture Sewing Techniques*
Newtown : Taunton Press

Shakespeare, W. (1603) *Hamlet*
Stockholm : Ordfront Förlag (2003)

Sharpe, W. F. (1966) *Mutual Fund Performance*.

Journal of Business. **39** (S1): 119–138. doi:10.1086/294846

Shelly, M. (1823) *Frankenstein: or the modern prometheus*

Oxford : Oxford World's Classics (2008)

Simonite, T (2017a) *Google's New Street View Cameras will help Algorithms Index the real world*

Tillgängligt: <https://www.wired.com/story/googles-new-street-view-cameras-will-help-algorithms-index-the-real-world/> [2019-01–14]

Sjöfors, M. (2016) *De självkörande bilarnas påverkan på samhällsplaneringen*

Tillgängligt: https://stud.epsilon.slu.se/9820/1/sjofors_m_161118.pdf [2019-08–12]

Smith, A. (1827). "Book I. Of the Causes of Improvement in the Productive Powers of Labour, and of the Order According to Which Its Produce Is Naturally Distributed among the Different Ranks of the People". *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*.

University Press; Thomas Nelson and Peter Brown.

Smith, J. (2016) *IBM Research Takes Watson to Hollywood with the First "Cognitive Movie Trailer"*

Tillgängligt: <https://www.ibm.com/blogs/think/2016/08/cognitive-movie-trailer/> [2018-10-03]

Snyder, C. R & Ford, C. E. (1987) *Coping with Negative Life Events: Clinical and Social Psychological Perspectives*

Springer Science + Business Media, LLC

Solow (1956) *A Contribution to the Theory of Economic Growth*

The Quarterly Journal of Economics, **70** (1) : 65-94 doi:10.2307/1884513

Sowin, J. (2017) *All The Things You Never Even Knew You Wanted To Know About Neil Postman*

Tillgäng: <http://neilpostman.org> [2018-11-08]

Spacemaker (2019) *Spacemaker*

Tillgängligt: <https://spacemaker.ai> [2019-10-15]

Spitz, M (2012) *Your phone company is watching*

Tillgängligt: https://www.ted.com/talks/malte_spitz_your_phone_company_is_watching#t-355338 [2019-06-18]

Stanford (2019a) *William of Ockham*

Tillgängligt: <https://plato.stanford.edu/entries/ockham/#OckhRazor> [2019-09-02]

Stanford (2019b) *Hegel's Dialectics*

Tillgängligt: <https://plato.stanford.edu/entries/hegel-dialectics/> [2019-09-02]

Staravoi tau, A. (2017) *Traffic signs classification with a convolutional network*

Tillgängligt: <https://navoshta.com/traffic-signs-classification/> [2018-10-27]

Steenson, M. (2017) *Architectural Intelligence: How Designers and Architects Created the Digital Landscape*

The MIT Press : Massachusetts

Susskind, R. & Susskind, D. (2016) *The Future of the Professions: How Technology Will Transform the Work of Human Experts*

Oxford : Oxford University Press

Sutherland, J. & Sutherland, J.J. (2014) *Scrum : The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*

New York : Crown Business

Taleb, N. (2018) *Skin in the Game: Hidden Asymmetries in Daily Life*

New York: Random House

Taylor, R. P.; Micolich, A & Jonas, D. (2000) *Fractal expressionism*

Tillgängligt: <https://plus.maths.org/content/fractal-expressionism> [2019-11-12]

Tero, S; Tkagi, T; Saigusa; K; Ito, D; Bebbler, P; Fricker, D; Yumiki, K; Kobayashi, R & Nagaki, T (2010) *Rules for Biologically Inspired Adaptive Network Design*

Science, 2010; 327 (5964): 439 doi: 10.1126/science.1177894

Tetlock, P (2016) *Superforecasting: The Art and Science of Prediction*
New York : Broadway Books

Tetlock, P (2019) *How To Win At Forecasting*

Tillgängligt: https://www.edge.org/conversation/philip_tetlock-how-to-win-at-forecasting [2019-02-12]

The AlphaStar Team (2019) *AlphaStar: Mastering the Real-Time Strategy Game StarCraft II*

Tillgängligt: <https://deepmind.com/blog/alphastar-mastering-real-time-strategy-game-starcraft-ii/> [2019-01-25]

The Fashion Law (2017) *Is Trend Forecasting Doing More Harm to Fashion Than Good?*

Tillgängligt: <http://www.thefashionlaw.com/home/is-trend-forecasting-doing-more-harm-to-the-fashion-industry-than-good> [2019-02-11]

The Straight Times (2018) *Attention, jaywalkers: You'll be sprayed with water in central China city*

Tillgängligt: <https://www.straitstimes.com/asia/east-asia/attention-jaywalkers-youll-be-sprayed-with-water-in-central-china-city> [2018-10-01]

Thompson, B (2019) *Aggregation Theory*

Tillgängligt: <https://stratechery.com/aggregation-theory/> [2019-05-29]

Thompson, D. (2017) *Hit Makers*

London : Penguin Books

Toffler, A. (1970) *Future Shock*

New York : Random House

Townsend, A. (2013) *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*

New York : W. W. Norton Company

Turing, A. (1950) *Computing Machinery and Intelligence*

Mind, LIX (236): 433–460, doi:10.1093/mind/LIX.236.433

Walmsley, K & Villaggi, L. (2019) *Generative Urban Design*

Tillgängligt: <https://medium.com/autodesk-university/generative-urban-design-43f4ea48039d>

U.S Department of Defense (2002) *DoD News Briefing - Secretary Rumsfeld and Gen. Myers*

Tillgängligt: <https://archive.defense.gov/Transcripts/Transcript.aspx?TranscriptID=2636>

Venturi, R. (1966) *Complexity and Contradiction in Architecture*

New York : Museum of Modern Art

Venturi, R; Scott Brown, D & Izenour, S. (1972) *Learning from Las Vegas*

Massachusetts : The MIT Press

Vetrov, Y (2017) *Algorithm-Driven Design: How Artificial Intelligence Is Changing Design*

Tillgängligt: <https://www.smashingmagazine.com/2017/01/algorithm-driven-design-how-artificial-intelligence-changing-design/> [2019-08-20]

Vincent, J. (2016) *Twitter taught Microsoft's AI chatbot to be a racist asshole in less than a day*

Tillgängligt: <https://www.theverge.com/2016/3/24/11297050/tay-microsoft-chatbot-racist> [2018-10-03]

Whyte, W. (1980) *The Social Life of Small Urban Spaces*

Tennessee : Ingram Content Group

Williamsson-Lee, J. (2019) *Amazon's A.I. Emotion-Recognition Software Confuses Expressions for Feelings*

Tillgängligt: <https://onezero.medium.com/amazons-a-i-emotion-recognition-software-confuses-expressions-for-feelings-53e96007ca63> [2019-06-18]

Wood, G. (2012) *Living Dolls: A Magical History Of The Quest For Mechanical Life* by Gaby Wood

Tillgängligt: <https://www.theguardian.com/books/2002/feb/16/extract.gabywood> [2018-11-10]

Wu, L; Wang, D & Evans, J. A. (2019) Large teams develop and small teams disrupt science and technology

Nature 566, 378–382 (2019) doi:10.1038/s41586-019-0941-9

Yimaz, E. (2014) *Malevich's Suprematism as a critique of the borders of kantian "aesthesis"*

Tillgängligt: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/410107> [2018-12-08]

Zalando Research (2018) *Generative Fashion Design*

Tillgängligt: <https://research.zalando.com/welcome/mission/research-projects/generative-fashion-design/>

Zhu, J; Park, T; Isola, P & Efros, A. A. (2017) *Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks*

IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017.

Zuboff, von. S. (2014) *A Digital Declaration*

Tillgängligt: <https://www.faz.net/aktuell/feuilleton/debatten/the-digital-debate/shoshan-zuboff-on-big-data-as-surveillance-capitalism-13152525.html>
[2019-07-18]

BILDER

Acuto, M., Parnell, S., Seto, K. C. & Contestabile. (2018). *Science and the Future of Cities*. Report of the International Expert Panel on Science and the Future of Cities, *Nature Sustainability*: London and Melbourne.

Autodesk (2016) *Elbo Chair- Generated in Project Dreamcatcher, Made with Fusion 360*

Tillgängligt: <https://gallery.autodesk.com/fusion360/projects/elbo-chair--generated-in-project-dreamcatcher-made-with-fusion-360> [2019-11-03]

Boudreau, K.J; Guinan, E.C, Lakhani, K.R & Riedl, C. (2016) *Looking Across and Looking Beyond the Knowledge Frontier: Intellectual Distance, Novelty, and Resource Allocation in Science*

Management Science **62** (10) doi: 10.1287/mnsc.2015.2285

Boverket (2019) *Värderos*

Tillgängligt: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/varderos/> [2019-10-03]

Brandt, T. (2015) *Don't eat before bed*

Tillgängligt: <https://twitter.com/thornebrandt/status/617173618238332928> [2019-11-03]

Christies (2018) *Edmond de Belamy, from La Famille de Belamy*

Tillgängligt: <https://www.christies.com/lotfinder/Lot/edmond-de-belamy-from-la-famille-6166184-details.aspx> [2019-11-08]

Chung, S (2019) *Sougwen Chung*

Tillgängligt: <https://sougwen.com> [2019-12-08]

Dielman, F. (1861) *The Window*

Tillgängligt: <http://rocksalted.com/2016/05/frederick-dielman-the-widow/> [2018-12-12]

Elgammal, A. (2015) *Which paintings were the most creative of their time? An algorithm may hold the answers*

Tillgängligt: <https://theconversation.com/which-paintings-were-the-most-creative-of-their-time-an-algorithm-may-hold-the-answers-43157> [2018-10-01]

Eliasson, O. (2003) *The Weather Project*

Tillgängligt: <https://olafureliasson.net/archive/artwork/WEK101003/the-weather-project> [2018-11-01]

Eliasson, O. (2011) *Your Rainbow Panorama*

Tillgängligt: <http://olafureliasson.net/archive/artwork/WEK100551/your-rainbow-panorama> [2018-11-01]

Pieterse, E opening address, ACC International Urban Conference (2018) and Boyer, B., Cook, J.W. and M. Steinberg, *In Studio: Recipes for Systemic Change*. Sitra, The Finnish Innovation Fund, 2011, ISBN 978-951-563-786-4, available at www.helsinki.designlab.org/instudio. [2019-02-08]

Frey, C & Osborne, M. (2013) *The Future of Employment*

Technological Forecasting and Social Change **114** : 254-280 doi:10.1016/j.techfore.2016.08.019

Hindupur, A. (2019) *The GAN Zoo*

Tillgängligt: <https://github.com/hindupuravinash/the-gan-zoo> [2019-12-08]

Kemp, J. (2007) Gartner Hype Cycle

Tillgängligt: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10547051> [2019-10-08]

Koehrsen, W (2018) *Overfitting vs. Underfitting: A Conceptual Explanation*

Tillgängligt: <https://towardsdatascience.com/overfitting-vs-underfitting-a-conceptual-explanation-d94ee20ca7f9> [2018-12-29]

Salian, I (2019b) *A Pigment of Your Imagination: GauGAN AI Art Tool Receives 'Best of Show,' 'Audience Choice' Awards at SIGGRAPH*

Tillgängligt: <https://blogs.nvidia.com/blog/2019/03/18/gaugan-photorealistic-landscapes-nvidia-research/> [2019-12-03]

Science and the Future of Cities (2018) *Science and the Future of Cities*

Tillgängligt: https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/depssite/documents/webpage/deps_191052.pdf [2019-06-03]

Walmsley, K & Villaggi, L. (2019) Generative Urban Design

Tillgängligt: <https://medium.com/autodesk-university/generative-urban-design-43f4ea48039d> [2019-12-14]

Weinberg, D & McCann (2019) *SuperThinking, The Big Book of Mental Models*

Tillgängligt: <https://superthinking.com> [2019-12-14]

Yanofsky, D & Gershgorin, D (2017) *The data that transformed AI research—and possibly the world*

Tillgängligt: <https://qz.com/1034972/the-data-that-changed-the-direction-of-ai-research-and-possibly-the-world/> [2018-10-08]

Zalando Research (2018) *Generative Fashion Design*

Tillgängligt: <https://research.zalando.com/welcome/mission/research-projects/generative-fashion-design/> [2018-05-08]

Zhang, B & Dafoe, A (2019) Artificial Intelligence: American Attitudes and Trends

Tillgängligt: <https://governanceai.github.io/US-Public-Opinion-Report-Jan-2019/index.html> [2019-10-10]

Zhu, J; Park, T; Isola, P & Efros, A. A. (2017) *Unpaired Image-to-Image Translation using Cycle-Consistent Adversarial Networks*

IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), 2017.